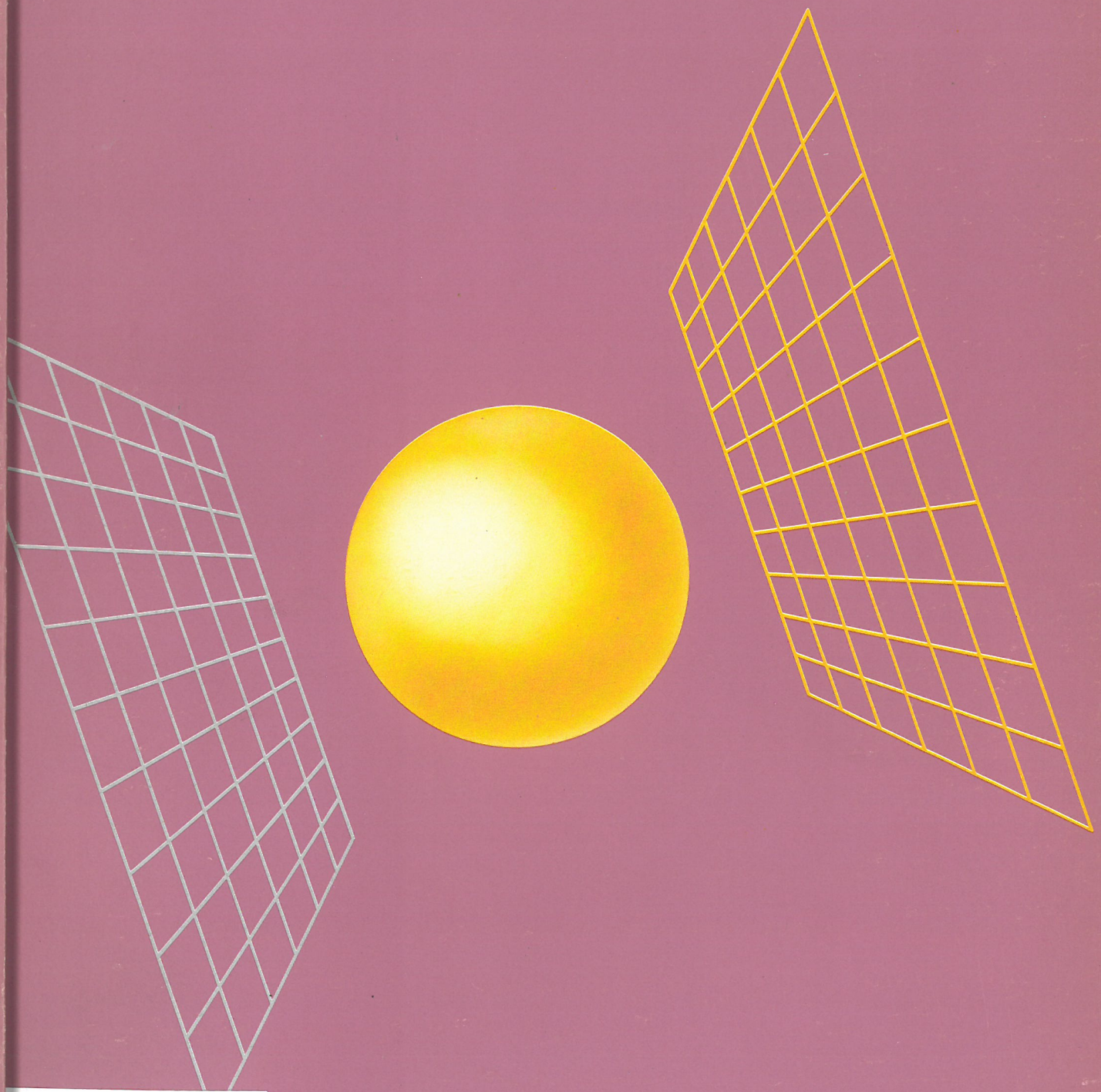
Quaderni di informatica 29

egna di tecnologia ed applicazioni degli elaboratori elettronici – Anno XIII – Numero 1 – 1987



ARCHIVIO STORICO
ASSOCIAZIONE POZZO DI MIELE
PDM-36
RQDI-127

CENTRO STUDI INFORMATICA E AUTOMAZIONE
Honeywell
Honeywell Information Systems Italia

Honeywell
Honeywell Information Systems Italia

Quaderni di informatica

Rassegna di tecnologia ed applicazioni degli elaboratori elettronici

Anno XIII - Numero 1 - 1987

Sommario

L'elaboratore nella progettazione meccanica

Il CAD - Computer Aided Design - trova crescente applicazione nella progettazione meccanica. Un computer, dotato di opportuni programmi, costituisce uno strumento potente e flessibile per creare modelli tridimensionali dei pezzi ed effettuare su di essi tutta una serie di analisi ed elaborazioni.

J. PIERRO

Progettazione di circuiti integrati mediante elaboratore

La complessità dei circuiti VLSI è tale che risulta praticamente impossibile una progettazione manuale. L'articolo illustra come l'elaboratore contribuisca in modo determinante a risolvere il problema, assistendo il progettista in ognuna delle varie fasi di sviluppo di un dispositivo.

B. PAYNE

Un sistema per l'automazione delle biblioteche

La gestione bibliotecaria può essere resa sostanzialmente più efficiente ed affidabile mediante l'applicazione dell'informatica. Gli Autori illustrano in questo articolo un sistema di automazione delle biblioteche che copre tutti gli aspetti del problema e che è ormai completamente operativo.

M.B. BALDACCI, O.G. MANCINO, R. SPRUGNOLI

L'edificio "intelligente"

I moderni edifici per attività operative o produttive (alberghi, uffici, ospedali, ecc.) devono essere predisposti con un "sistema nervoso" che consenta la realizzazione integrata dei più svariati servizi di informatica, di comunicazione e di controllo.

R. MIGLIAVACCA

Biblioteca

Sistemi informativi manageriali: un nuovo volume della collana dei "Quaderni di informatica".

Direttore Responsabile
Franco Filippazzi

Comitato di Redazione
A. Cicu, C. Falcetti, P. Lupo,
M. Nobile, G. Occhini
F. Sala

Redazione
Honeywell Information Systems Italia
Centro Studi Informatica e Automazione
Via G.M. Vida, 11 - 20127 Milano

Stampa
tipolito Maggioni s.a.s.

Autorizzazione del Tribunale di Milano
n. 93 del 20 Marzo 1974

«Quaderni di Informatica» ospita articoli e contributi di varia provenienza. La responsabilità delle opinioni espresse rimane agli Autori.

La riproduzione di articoli della rivista, o di parte di essi, è consentita solo citando la fonte e l'autore.

L'elaboratore nella progettazione meccanica

JOHN PIERRO

Honeywell
Electro-Optics Division
Lexington Mass. (USA)

1. Introduzione

La progettazione mediante elaboratore (CAD: Computer Aided Design) si è ormai imposta nei settori più svariati. In particolare, essa può essere applicata al campo della meccanica, dove costituisce ormai un prezioso strumento di lavoro. L'articolo illustra questo tipo di applicazioni facendo riferimento a quanto in uso presso la Honeywell.

Il CAD consente al progettista meccanico di costruire il modello di una struttura in modo così realistico da fare invidia ad un artista.

Un analista di strutture può convertire questo modello grafico in un modello matematico che potrà sottoporre ad una serie di sollecitazioni simulate.

Con l'animazione generata dal computer, egli potrà vedere il modello deformarsi o vibrare. Il disegnatore meccanico potrà a sua volta creare disegni esecutivi con la semplice scelta di proiezioni piane o di sezioni trasversali del modello creato dal progettista. Il computer disegnerà automaticamente la parte scelta della struttura, calcolando e visualizzando le dimensioni dei particolari che il disegnatore indicherà con una "penna luminosa" (light pen).

Le linee guida del CAD Meccanico della Honeywell furono definite dalle varie divisioni, coordinate da quello che ora è il "Computer-Aided Engineering (CAE) Program Office".

Dato il numero elevato di prodotti CAD già presenti sul mercato, l'impostazione fu di non sviluppare un proprio hardware o software, ma di scegliere piuttosto, integrandoli, i migliori prodotti disponibili.

Sulla base del sistema scelto, varie divisioni furono incaricate di effettuare delle valutazioni pratiche mediante l'applicazione a progetti reali.

Il presente articolo si propone di offrire una panoramica delle capacità del CAD meccanico attraverso la descrizione del progetto pilota sviluppato dalla Electro-Optics Division.

2. Il progetto

Per il progetto pilota, la scelta cadde sulla struttura cardanica complessa di un sistema a visione notturna installato su elicottero. La struttura cardanica consiste di due gruppi principali: sospensione cardanica interna ed esterna.

Il gruppo interno contiene un analizzatore (scanner) a raggi infrarossi il cui campo d'azione dipende dalla posizione dei giunti cardanici. Con lo spostamento del gruppo interno si ottiene la collimazione verticale della visuale, mentre il gruppo esterno agisce sull'azimuth, ovvero sull'angolazione orizzontale.

Il motivo principale di interesse nel progetto pilota risiedeva nel gruppo cardanico esterno, comprendente: la piastra di base per il montaggio sull'elicottero, il supporto a perno del gruppo esterno per la connessione alla piastra di base, il gruppo esterno e le due sospensioni del gruppo interno.

Uno degli obiettivi del progetto era di determinare la frequenza fondamentale di vibrazione, ovvero frequenza minima di risonanza, della struttura cardanica. Infatti con una frequenza troppo vicina alla frequenza operativa del rotore dell'elicottero, le vibrazioni dei giunti cardanici sarebbero così forti da rendere inutilizzabile lo scanner e persino da danneggiarlo in modo irreparabile.

Comunque, ogni volta che l'analisi segnalava un problema, la frequenza fondamentale della struttura poteva essere modificata, cambiandone il grado di rigidità. (Ciò si poteva ottenere, ad esempio, applicando nervature per irrobustire superfici deboli).

3. Panoramica dello sviluppo

Un processo di progettazione assistita da computer consiste di molte fasi, alcune delle quali servono a risolvere problemi di integrazione anzichè ingegneristici, per cui è facile perdersi.

Le fasi si possono tuttavia ridurre a tre, se ci si rifà ai principi basilari del progetto, ossia: creazione di un modello tri-dimensionale, analisi strutturale e disegno meccanico. Nel nostro caso il modello del progettista è un modello solido, e le analisi strutturali vengono eseguite con la tecnica degli elementi finiti. Dal modello solido si creano i disegni ingegneristici, dopo avere eliminato gli even-

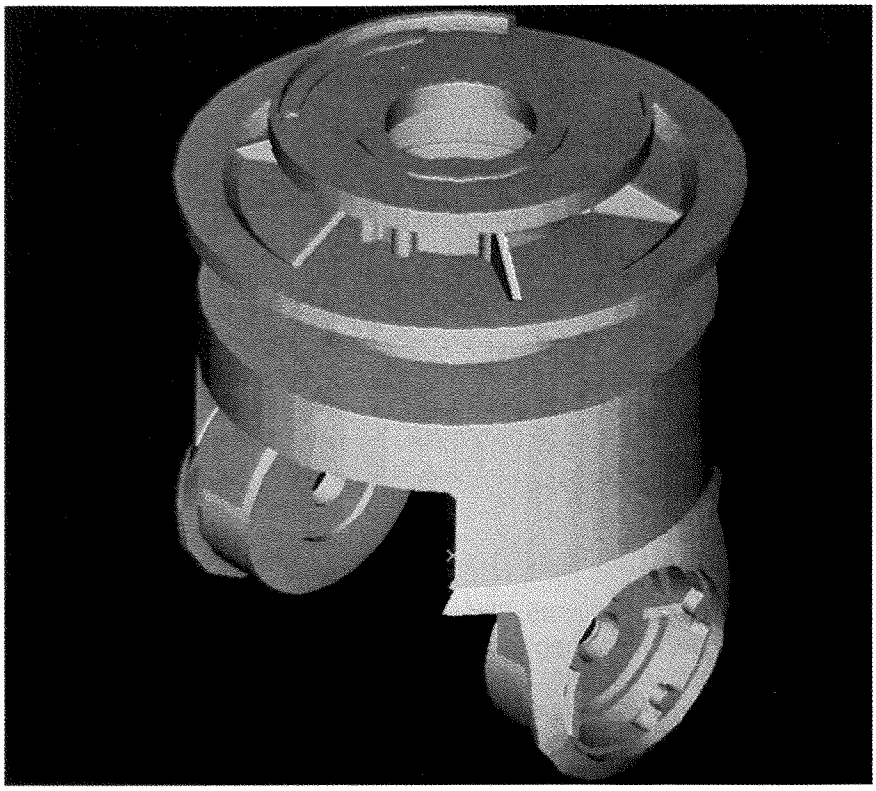


Fig. 1 - Modello "solido" di struttura cardanica creato con il software GEOMOD su una stazione di lavoro Apollo.
Il modello solido definisce un oggetto in termini delle sue superfici anzichè dei suoi spigoli e si presta all'utilizzo di tecniche grafiche sofisticate, come la sfumatura e il trattamento delle linee nascoste.
Ne risultano immagini realistiche, molto più agevoli da capire dei disegni "reticolari".

tuali punti deboli del progetto rivelati dall'analisi per elementi finiti.

Il sistema CAD usato consiste di stazioni Apollo, collegate ad anello mediante la rete locale (LAN) "Domain", e di un sistema Computervision. Due stazioni Apollo dell'anello sono usate per la progettazione meccanica, una per gestire il "modellatore di solidi" GEOMOD e l'altra il "modellatore di elementi finiti" PATRAN ed il programma NASTRAN per analisi di elementi finiti.

Le altre stazioni Apollo sono nodi Mentor (hardware Apollo integrato con software della Mentor Graphics, Inc.), e sono utilizzate per progettazione in campo elettrico.

Nell'anello sono inclusi anche una copiatrice Seiko utilizzata per produrre copie a colori dei display dell'Apollo ed un tracciatore grafico Versatec. Una unità a nastro magnetico ed un nodo ausiliario di governo di un'unità a dischi fissi da 500 megabyte aumentano la capacità di memoria accessibile dall'anello.

I disegni meccanici vengono eseguiti dal sistema Computervision, che è anche utilizzato per la progettazione di tipo elettrico.

Attualmente i progetti vengono trasferiti dalla rete Apollo al sistema Computervision su nastro magnetico, ma è prevista l'istallazione di una seconda LAN per eliminare questo supporto intermedio.

Il sistema Computervision è anche potenzialmente adatto a preparare le istruzioni per macchine a controllo numerico, per la produzione automatica di pezzi progettati e disegnati dal sistema CAD.

Molta della complessità del processo è dovuta ai programmi di trascodifica, essendo il software del sistema costituito da programmi di produttori diversi.

Alcuni dei trascodificatori si limitano a trasformare un flusso dal formato usato in un programma a quello usato in un altro programma. I nomi di questi programmi trascodificatori sono una combinazione dei nomi dei programmi tra i quali essi agiscono, dando luogo a nomi come PATNAS o NASPAT. Altri trascodificatori trasformano i flussi nel formato IGES, il formato standard di uso quasi generale presso i produttori di software CAE (Computer Aided Engineering) oppure trasformano flussi IGES nei formati adatti a programmi particolari. CADPAT e GET/IGES sono esempi di questo tipo di trascodificatori. L'intero processo CAD e le interfacce tra i vari programmi che lo costituiscono, sono rappresentati nelle figure 3, 4 e 5 con cui il lettore potrà seguire l'esposizione più dettagliata che segue.

4. Progetto concettuale

Una analisi di massima del progetto di parti meccaniche può essere effettuata usando un personal computer con i package sviluppati a tale scopo e ormai largamente disponibili sul mercato.

Uno di questi package è il FOMAT (First-Order Mechanical Analysis Tools), uno strumento utile per la validazione di massima di un progetto iniziale. Ad esempio, con il programma FOMAT si può calcolare la freccia di deformazione di una trave sotto carico, o calcolare tensioni e compressioni negli elementi di un telaio bi-dimensionale.

Diverse divisioni della Honeywell hanno sviluppato propri programmi special-purpose per personal computers. Questi programmi, eseguibili su un ampia gamma di computers, sono ottenibili su richiesta.

Fig. 2 - Il complesso cardanico è stata la struttura scelta per sperimentare il CAD meccanico. Il gruppo cardanico interno contiene il sistema di visione notturna di un elicottero, il cui campo visivo varia con la regolazione dell'assetto dei due gruppi, interno ed esterno, del complesso cardanico. Poichè questo doveva essere montato vicino al rotore dell'elicottero, il progetto aveva, tra i suoi obiettivi, di garantire una frequenza naturale di vibrazione del complesso cardanico sufficientemente lontana dalla frequenza operativa del rotore dell'elicottero.

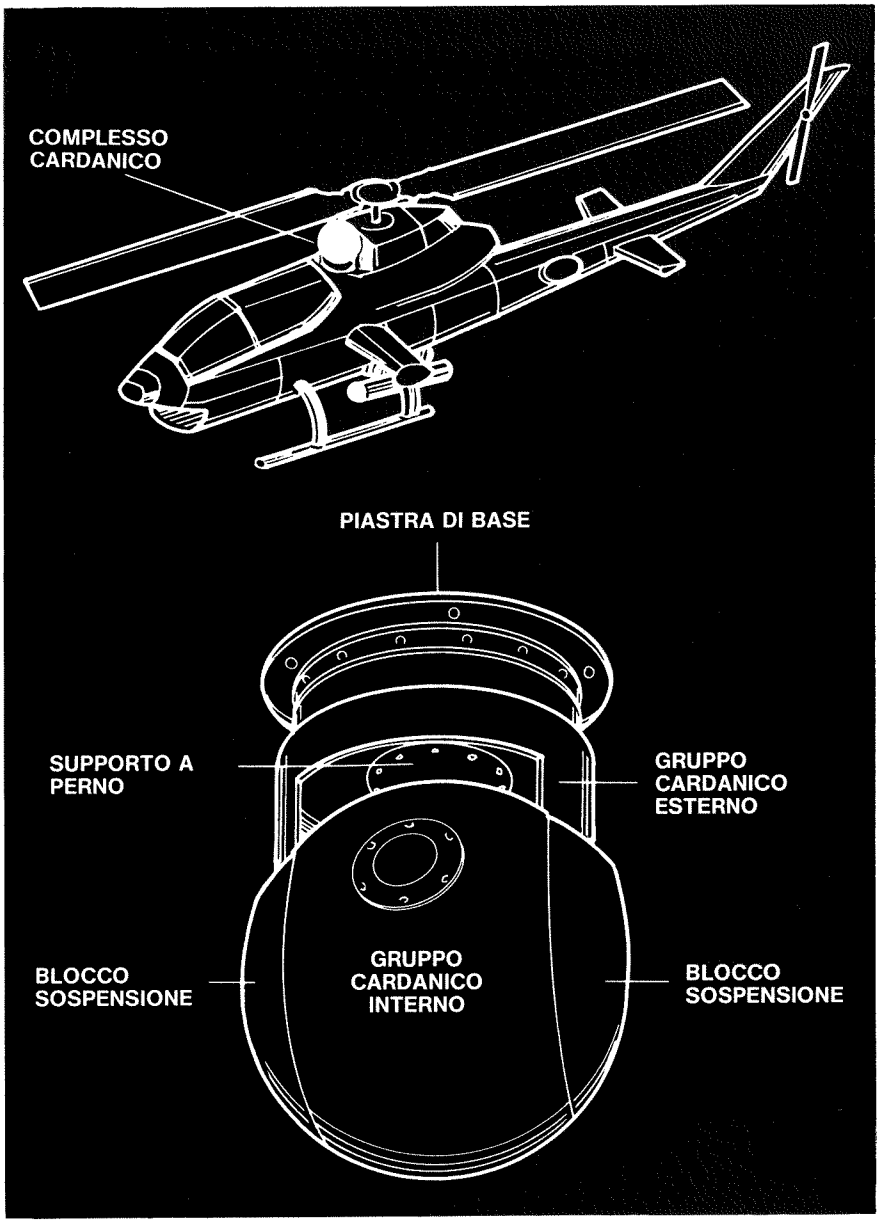
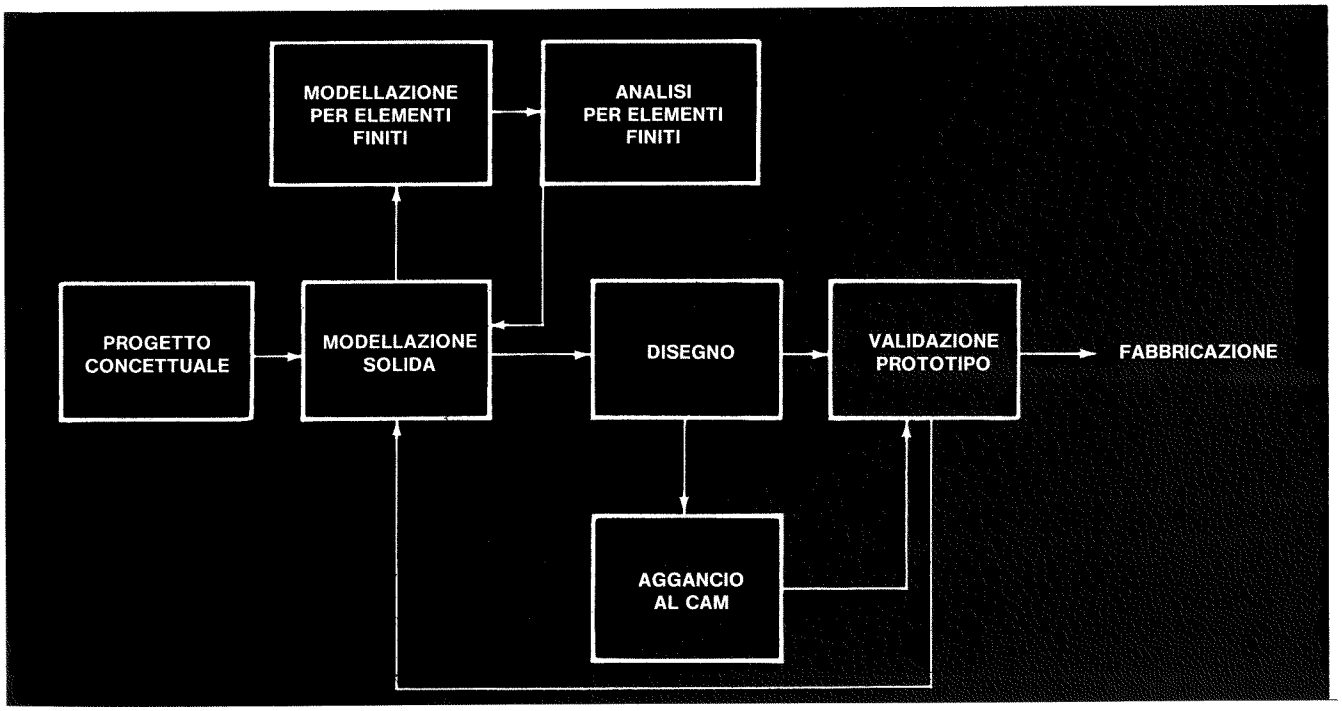


Fig. 3 - Un processo CAD ideale realizza un pezzo meccanico partendo dalla sua concezione. Viene prima creato un modello solido del pezzo e la geometria che ne viene estratta serve a costruire un modello utilizzabile per l'analisi strutturale. Il modello solido viene successivamente corretto in base ai risultati dell'analisi. Una volta validato, il modello solido dà origine ai disegni tecnici. Il modello può anche essere usato per generare istruzioni per macchine a controllo numerico, in grado di produrre automaticamente il pezzo.



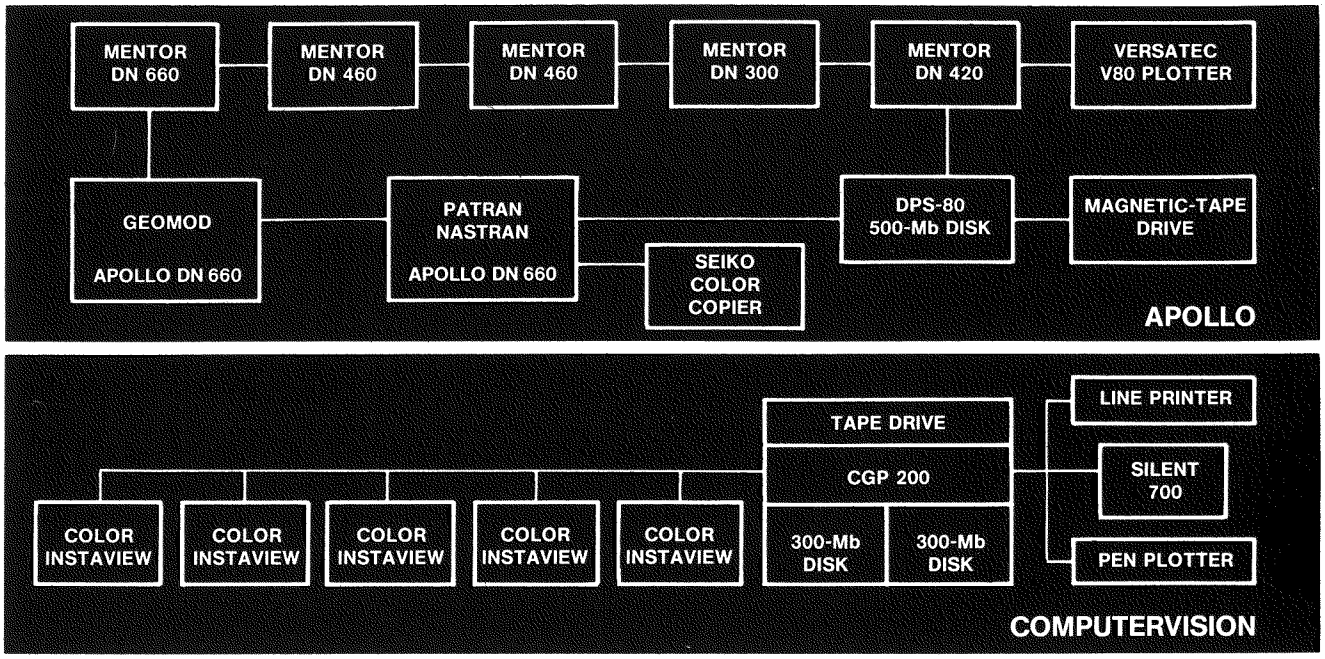


Fig. 4 - L'hardware utilizzato consiste di stazioni di lavoro Apollo collegate in anello e di un sistema Computervision separato. Una stazione dell'anello Apollo gestisce il programma modellatore di solidi GEOMOD, una seconda il PATRAN ed il NASTRAN, programmi di analisi per elementi finiti. (I nodi Mentor dell'anello sono utilizzati per la progettazione elettrica). L'esecuzione dei disegni compete al sistema Computervision, costituito da terminali Instaview collegati ad un host computer CG P200.

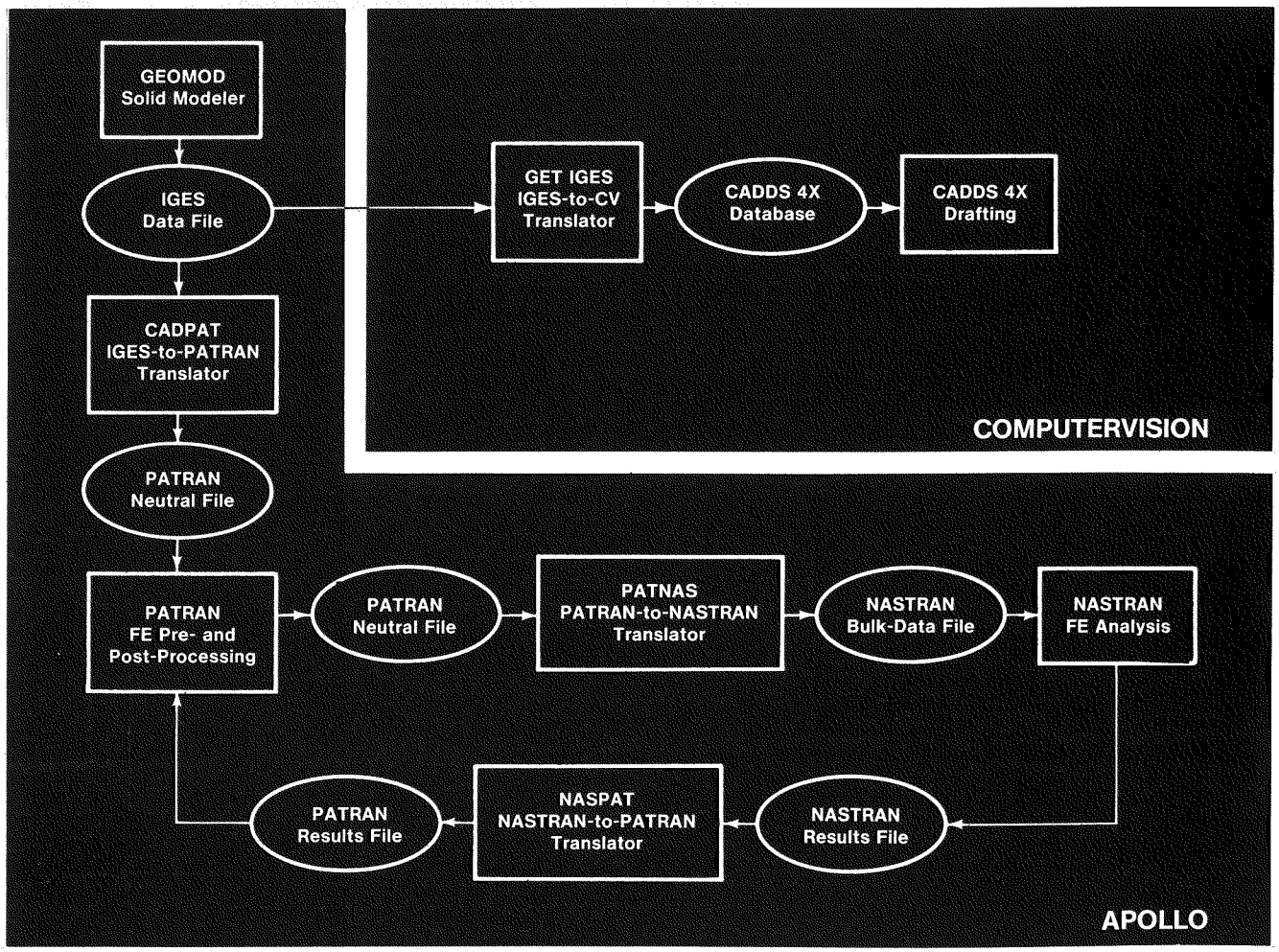


Fig. 5 - Lo schema mostra i moduli che costituiscono il software usato nel sistema di CAD meccanico. Oltre ai programmi che realizzano la modellazione solida (GEOMOD) e l'analisi per elementi finiti (NASTRAN, PATRAN), esistono diversi moduli di interfaccia, avendo i programmi diversi formati di database. Alcune trascodifiche avvengono tramite flussi intermedi IGES.

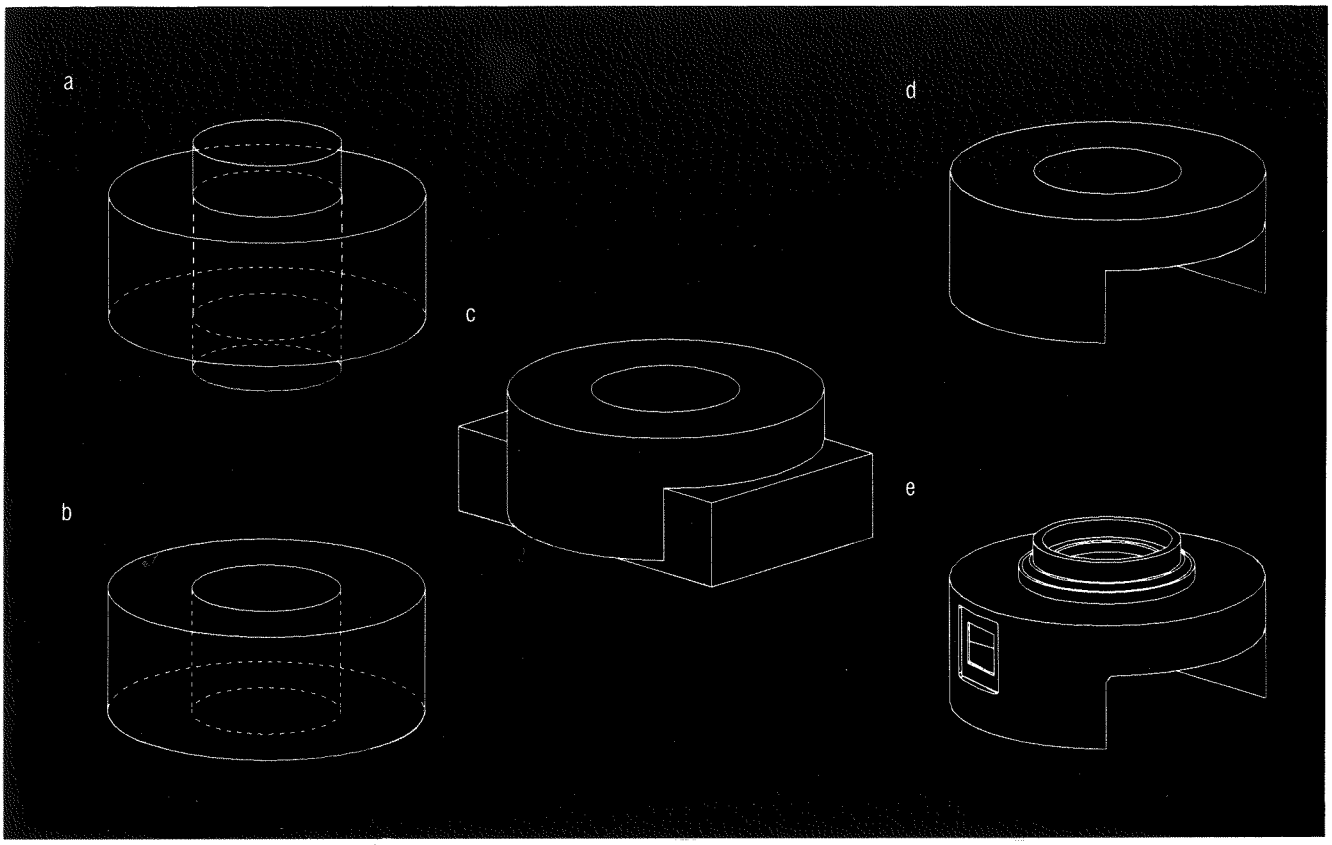


Fig. 6 - Un modello solido può essere creato mediante operazioni Booleane.
Per creare il gruppo cardanico esterno, si è inserita (a) una "primitiva" cilindrica solida in un'altra, eseguendo un taglio, ottenendo così l'oggetto (b) a forma di canestro. Inserendo poi una "primitiva" a parallelepipedo (c), si è eseguito un altro taglio (d). Si è ottenuto il disegno finale (e) aggiungendo successivamente altri dettagli con operazioni Booleane di taglio, unione e somma. Questi disegni non sono sfumati, ma nell'applicazione reale sono state utilizzate routines per la soppressione delle linee nascoste o per trasformarle in tratteggio.

5. GEOMOD

GEOMOD (Geometric Modeler) è un creatore di modelli solidi, sviluppato dalla Structural Dynamics Research Corporation (SDRC), ed utilizzato per costruire rappresentazioni, ovvero modelli, tri-dimensionali dettagliati di un oggetto. Un modello solido di un oggetto, che ne definisca cioè sia le superfici esterne e la geometria interna, è molto più ricco di informazioni rispetto ad un modello "reticolare", che rappresenta semplicemente l'oggetto come un insieme di linee o curve interconnesse. Ne derivano un modello solido più facile da interpretare e maggiori e più significative possibilità di interrogare il modello stesso.

Per la creazione di un modello solido si possono utilizzare diversi metodi. Un approccio consiste nel combinare delle "primitive" solide per mezzo di operazioni Booleane. Le "primitive" solide sono forme semplici come coni, parallelepipedi e cilindri e per crearle è sufficiente che l'utente ne specifichi solo le dimensioni. Due primitive possono essere combinate insieme per mezzo di operazioni Booleane, come taglio (l'equivalente grafico di A AND NOT B) o intersezione (A AND B). Le figure 6 illustrano il metodo usato per la costruzione del gruppo cardanico esterno mediante operazioni Booleane.

Un secondo metodo per la creazione di modelli solidi consiste nell'introdurre le geometria di una sezione trasversale, formando poi un oggetto tri-dimensionale mediante la rotazione od estrusione della sezione trasversale stessa.

La figura 7 illustra la creazione del supporto a perno della struttura cardanica con il procedimento di rotazione.

Combinando opportunamente i metodi sopra illustrati si sono creati tutti i singoli componenti della struttura cardanica, che sono stati memorizzati nel database. Si è poi assegnata un'ubicazione ed un orientamento ai diversi componenti, assemblandoli nella struttura completa raffigurata nella fig. 8.

Essendo memorizzati separatamente, i componenti possono essere manipolati in modo reciprocamente indipendente durante l'intero arco del processo CAD.

Poichè genera modelli solidi, GEOMOD è in grado di determinare rapidamente le "proprietà di massa" di qualsiasi pezzo o insieme, cioè il peso, il volume, il centro di gravità od il momento d'inerzia. Questa caratteristica ci ha permesso di minimizzare il peso della struttura cardanica e di garantire l'appartenenza dei baricentri dei gruppi cardanici ai

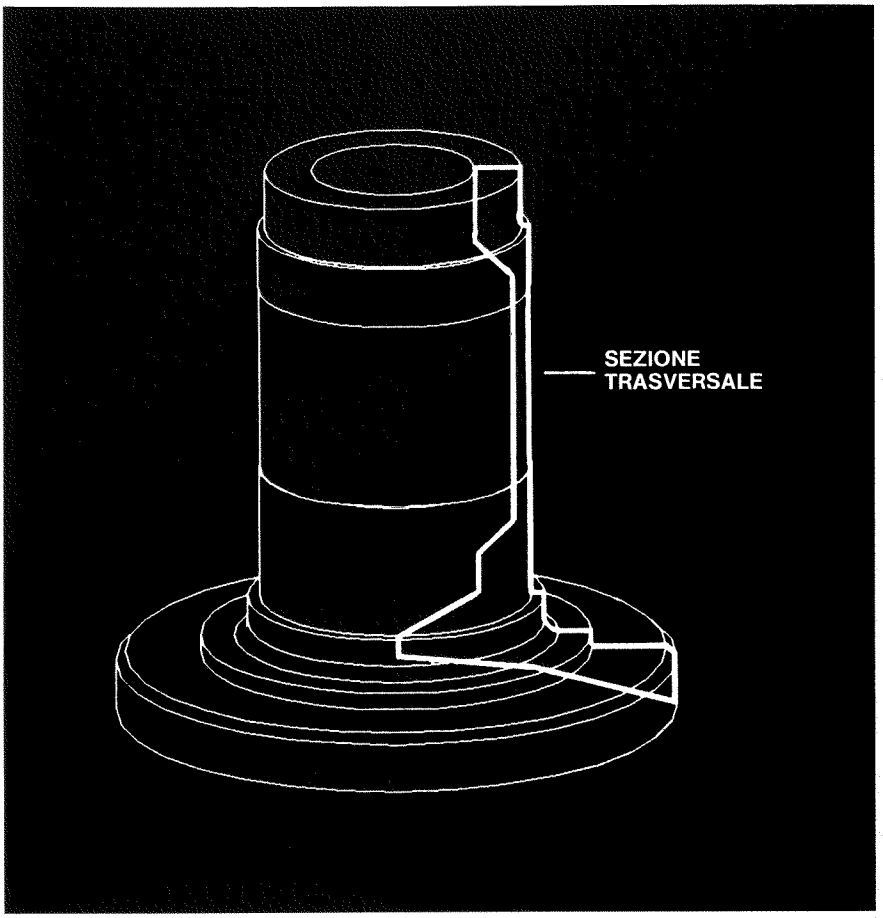


Fig. 7 - Una geometria solida può essere creata anche con il metodo della rotazione od estrusione. Per realizzare il supporto a perno della struttura cardanica, si è ruotato di 360 gradi attorno all'asse verticale una sezione trasversale bi-dimensionale.

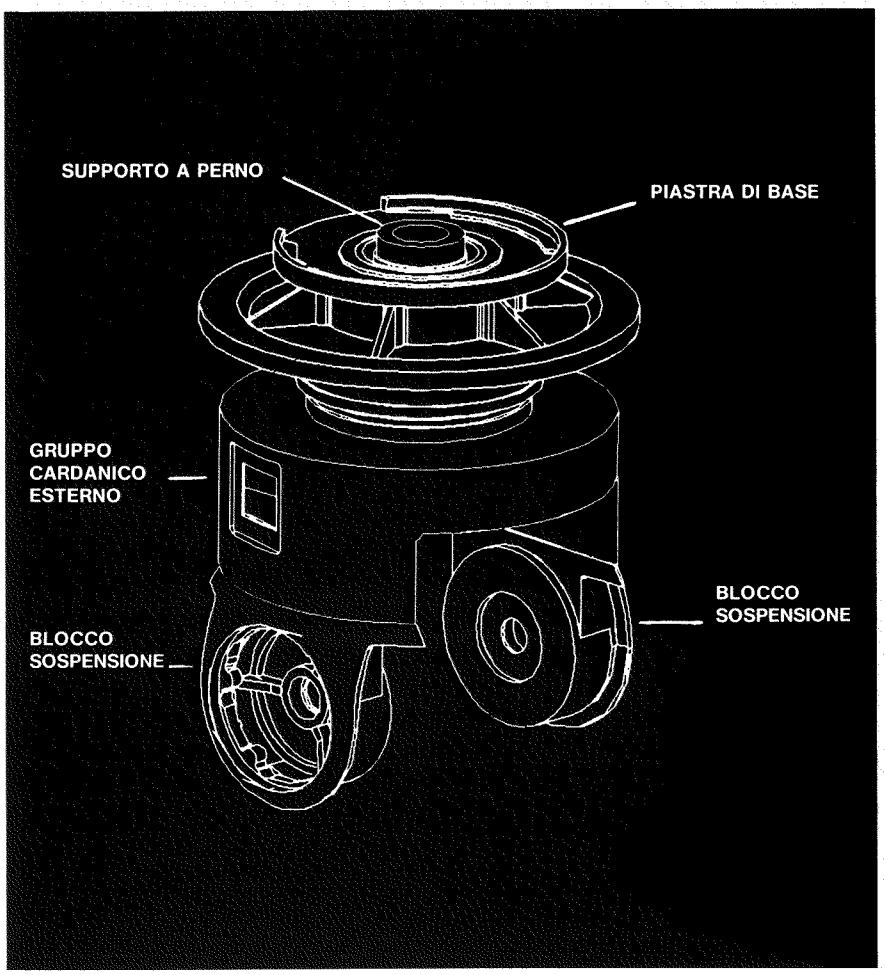


Fig. 8 - Per costruire il modello completo si sono posizionati ed orientati i modelli dei pezzi componenti e quindi si sono assemblati. Sono poi state fatte verifiche di interferenza per garantire un perfetto incastro tra i vari pezzi.

loro assi di rotazione. GEOMOD è anche in grado di verificare che i vari pezzi non interferiscano reciprocamente ad assemblaggio concluso. Per ultimo, ma non in ordine di importanza, occorre ricordare le tecniche di grafica sosfisticata, come la sfumatura, per l'ottenimento di immagini realistiche che forniscono all'ingegnere una rappresentazione visiva immediata ed efficace del suo progetto e lo aiutano a spiegarlo ad altri.

Una volta completato il progetto del gruppo cardanico esterno, il passo successivo da compiere è comunicare la sua geometria a PATRAN, affinchè questo prepari un modello per l'analisi a elementi finiti.

Poichè GEOMOD e PATRAN hanno formati di database diversi, necessitano di una interfaccia la quale trasformi i dati di GEOMOD nel formato IGES e poi il flusso IGES nel formato di PATRAN. IGES (Initial Graphics Exchange Specification) è un formato standard di trasmissione dati tra programmi CAD, sviluppato da un comitato, guidato dal National Bureau of Standards ed in cui sono rappresentate le industrie del settore, tra cui l'Honeywell.

Poichè IGES non supporta attualmente standards di "grafica solida", abbiamo dovuto trasformare la rappresentazione da noi creata in una rappresentazione su superfici e reticoli, prima di poterla trascrivere su un flusso IGES. Entrambe queste operazioni vengono eseguite da GEOMOD, ma non sarebbe esatto affermare che la trasformazione da modello solido a modello ad elementi finiti sia automatica.

Un problema consiste nella ridondanza di informazioni che si trasmette a PATRAN con il formato IGES. Ciò in quanto GEOMOD memorizza nel suo database tutte le superfici generate nel corso della creazione di un modello. Anche se si sono successivamente eliminate delle superfici ed esse non appaiono più nella struttura visualizzata sul terminale, esse rimangono comunque nel database, con conseguente trascrizione sul flusso IGES.

La trascrizione di un modello solido in un modello ad elementi finiti non sarebbe comunque immediata nemmeno eliminando le superfici ridondanti. Ciò in quanto un modello ad elementi finiti è una astrazione matematica della geometria di una struttura e, in quanto tale, non assomiglia necessariamente all'oggetto stesso. Inoltre il progettista normalmente include nel suo modello solido più dettagli di quanti ne occorrono all'analista strutturale. Infatti molti dettagli sono irrilevanti ai fini delle caratteristiche strutturali dell'oggetto nel suo insieme e perciò non appariranno nel modello ad elementi finiti. Per entrambi i motivi, la trasformazione da un modello all'altro richiede competenza professionale e spetterà all'analista strutturale estrarre dal flusso IGES solo le informazioni che realmente servono.

Una volta ottenuto con GEOMOD il flusso IGES per ogni componente del progetto, si è utilizzato il trascodificatore CADPAT per trasformare i flussi IGES in flussi utilizzabili dal trascodificatore PATRAN come interfaccia di database.

6. Patran

PATRAN (Patches Translator) è un modellatore per elementi finiti realizzato dalla PDA Engineering. Un programma di questo tipo prende in esame una struttura continua e la spezza in un insieme discreto, ovvero di elementi finiti, con un processo chiamato "meshing". Gli elementi sono normalmente triangoli o quadrilateri, interconnessi agli angoli con nodi. Ad essi vengono attribuite proprietà fisiche rappresentative della parte corrispondente della struttura, come lo spessore ed i coefficienti di elasticità.

Se l'analista avrà evitato con cura discontinuità troppo marcate nella geometria, nelle condizioni di carico e nelle proprietà fisiche degli elementi finiti, allora la risposta simulata degli elementi potrà approssimarsi con buona precisione alla risposta reale della struttura continua.

La risposta di un elemento viene ricavata matematicamente dalle risposte dei suoi nodi.

La geometria di un oggetto può essere introdotta nel modellatore per elementi finiti sia direttamente che tramite i flussi IGES. Nel nostro progetto pilota abbiamo utilizzato entrambi i metodi. L'analista ha così generato e verificato, con l'ausilio di svariate tecniche automatiche di "mesh generation", un modello completo di struttura cardanica (si veda in proposito la figura 9). Tale modello completo include anche le condizioni di contorno e tutte le condizioni di carico che l'analista prevede di sperimentare.

Le condizioni di contorno sono espresse da vincoli sugli spostamenti dei nodi. Ad esempio, non sono ammessi spostamenti dei nodi posti sul bordo esterno della piastra di base della struttura cardanica, poichè tale piastra è fissata rigidamente all'elicottero.

È in atto, da parte dei produttori di software CAD, il potenziamento dei programmi per coprire aree sempre maggiori dei processi di progettazione e produzione. Anche la PDA Engineering è impegnata in tal senso ed il PATRAN, oltre alla generazione di modelli per elementi finiti, supporta anche il package di stress analysis. La Release 2.0 del PATRAN, introdotta a inizio 86, è in grado di creare figure geometriche solide, con l'utilizzo combinato di "primitive" e di operazioni Booleane.

È inoltre corredata di parecchi nuovi moduli, tra cui uno per stress analysis di materiali compositi ed uno per analisi termiche.

Una volta completato il modello a elementi finiti, è necessario trasformarlo in un formato comprensibile al programma di analisi degli elementi finiti. La trasformazione del modello PATRAN in un flusso NASTRAN richiede una prima fase di creazione di un flusso Neutro PATRAN, realizzata semplicemente con la scelta della voce appropriata nel menu di PATRAN: da menu, con PATNAS, trascodificatore PATRAN-NASTRAN, si pilota quindi la conversione del flusso Neutro in un flusso NASTRAN consolidato.

Il flusso consolidato NASTRAN contiene le coordinate di ogni nodo ed i dati relativi ad ogni elemento del modello. Mediante il system edi-

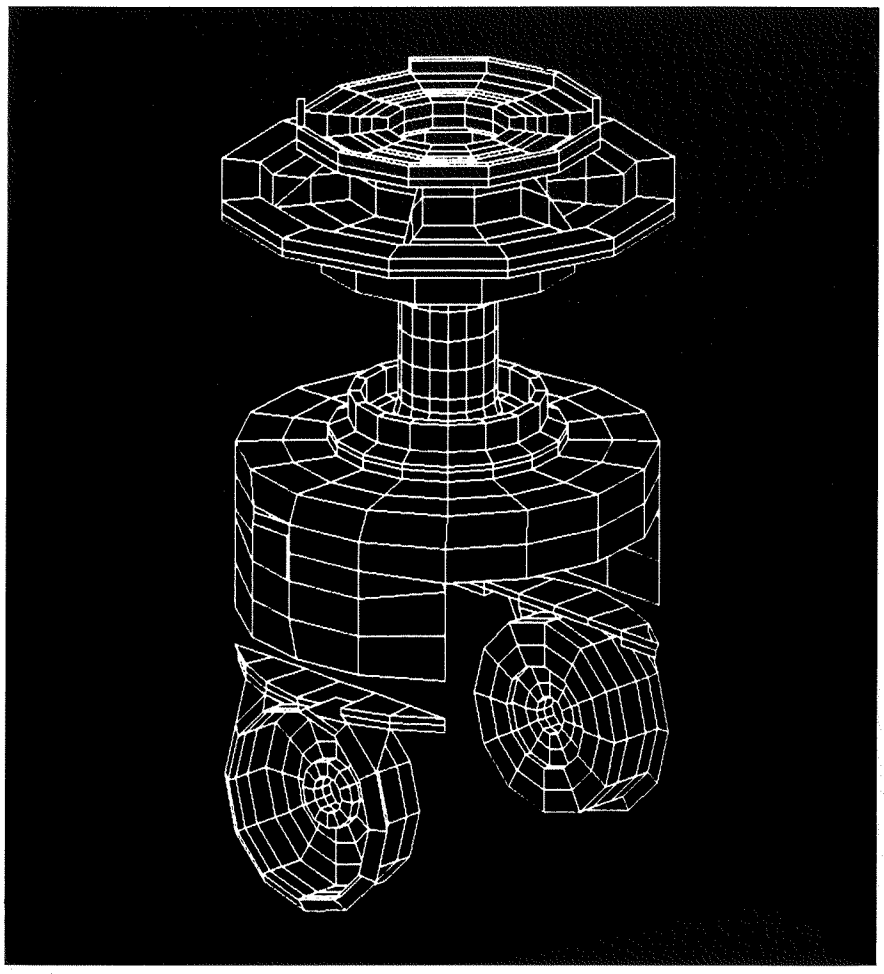


Fig. 9 - Questa vista esplosa della struttura mostra i modelli a elementi finiti di tutti i componenti del complesso cardanico. La disuniformità della griglia è dovuta alla esigenza di evitare discontinuità geometriche, fisiche o di altro tipo, negli elementi. Si è usata una griglia più fitta nelle zone ritenute più soggette a sollecitazioni o ad elevati gradienti di altre variabili.

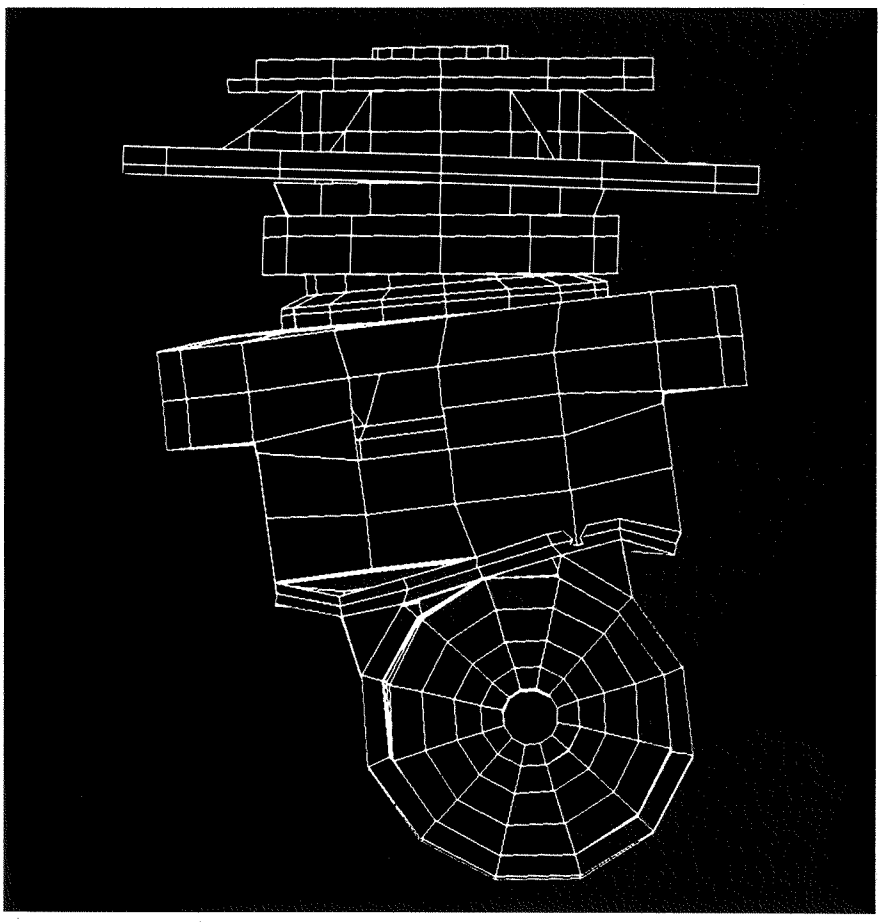


Fig. 10 - Dai risultati della analisi dinamica degli elementi finiti, si è ottenuto uno schizzo del modello deformato in presenza della frequenza minima di risonanza della struttura cardanica.
La vista laterale del complesso cardanico mostra una curvatura della struttura inferiore attorno al supporto a perno. Si notano anche svergolature locali sulla interfaccia tra i blocchi di sospensione e il gruppo cardanico esterno. (L'entità delle deformazioni è esagerata per meglio studiare il fenomeno).

tor, l'analista aggiunge poi al flusso le cosidette "control cards": si tratta di semplici istruzioni dirette al NASTRAN, per imporre le condizioni di contorno ed i carichi per ognuna delle numerose analisi da eseguire in una elaborazione, e per specificare il tipo di output richiesto. All'analista potrebbero, ad esempio, interessare le forze applicate ai nodi, gli spostamenti nodali e le relative sollecitazioni indotte negli elementi della intera struttura. Il flusso così preparato viene poi sottoposto al NASTRAN.

7. NASTRAN

Il programma NASTRAN, acronimo di "NASA Structural Analysis", nato appunto presso la National Aeronautics and Space Administration, ha dato origine a numerose versioni leggermente diverse, che sono ora mantenute da diversi enti, tra cui ha preminenza la MacNeal Schwendler Corporation (MSC).

NASTRAN è un programma di analisi general-purpose per elementi finiti, utilizzabile in applicazioni di termodinamica, meccanica dei fluidi e meccanica delle strutture.

Che cosa fa un programma di analisi per elementi finiti? Il procedimento matematico è molto complesso da spiegare, ma la descrizione sommaria di un metodo di soluzione può dare un'idea di come vengono impiegati i diversi elementi per prevedere la risposta dell'intera struttura. Un problema di analisi per elementi finiti consiste essenzialmente di due fasi distinte. Nella prima fase si determinano le equazioni che esprimono le risposte dei singoli elementi. Queste equazioni possono essere espresse, secondo la notazione matriciale, nella seguente forma generale:

$$F = Ku$$

in cui F è un vettore che rappresenta le forze applicate ai nodi, K è una matrice di coefficienti di rigidità ed u è un vettore che rappresenta gli spostamenti dei nodi. Si generano anzitutto le matrici dei coefficienti per i diversi elementi, i cui valori sono calcolati secondo un semplice modello delle variazioni di spostamento sull'elemento considerato, e in funzione della geometria dell'elemento e delle sue proprietà fisiche. In una seconda fase si costruisce un modello matematico globale, riunendo in un'unica super-matrice le matrici dei singoli elementi.

Questa procedura è governata da regole che assicurano la continuità tra i diversi elementi; la regola di base è che lo spostamento di un nodo è lo stesso per tutti gli elementi che fanno capo al nodo stesso. Una volta costruito, il modello matematico globale può essere risolto per gli spostamenti nodali, ed altri calcoli possono essere svolti successivamente per determinare altre variabili salienti.

L'analisi statica, che si propone di determinare il comportamento di un oggetto sotto un carico costante, darà come risultati gli spostamenti dei nodi e le tensioni indotte in ogni elemento. L'analisi dinamica, che studia invece il comportamento sotto sollecitazione oscillatoria o d'urto, produrrà come risultati le frequenze naturali di vibrazione dell'oggetto e le relative forme d'onda. Sottoponendo un modello ai carichi di esercizio previsti, si potrà così verificare prima della fabbricazione se l'oggetto manterrà la sua integrità strutturale. Con riferimento al nostro progetto, riuscimmo ad esempio a determinare con l'analisi dinamica il modo con cui la struttura cardanica sarebbe stata influenzata dal rotore dell'elicottero vicino al quale sarebbe stata montata.

Poichè i tipici modelli ad elementi finiti hanno parecchie centinaia di nodi e parecchie centinaia di elementi, l'esame dei risultati di un'analisi presentata sulla stampante può rivelarsi estremamente pesante. Molto più attraente è l'alternativa offerta dalle routines di postelaborazione del PATRAN: la presentazione grafica a colori dei risultati consente di individuare immediatamente la risposta del modello.

Il PATRAN dispone di numerose routines di postelaborazione. L'ingegnere può ad esempio chiedere uno schizzo della struttura deformata, che sarà rappresentata a colori differenziati in relazione ai valori di tensione in un elemento, oppure la rappresentazione delle linee isodinamiche o isocline. Si può anche chiedere l'animazione della risposta del modello. Tutte queste routines, in combinazione con le opzioni prospettiche che consentono all'ingegnere di far ruotare il modello e di zumarlo bidirezionalmente, contribuiscono ad una interpretazione agevole e rapida dei risultati dell'analisi.

La figura 10 rappresenta la struttura cardanica deformata in presenza della prima frequenza di risonanza. Si è scoperto che questa frequenza era così alta rispetto alla frequenza operativa del rotore dell'elicottero che non era prevedibile alcun problema dovuto a vibrazioni.

8. Trasferimento da GEOMOD a Computervision

Una volta completato e verificato il progetto, non rimane che prepararlo per la fabbricazione. Nella nostra soluzione, si traccia il disegno con il sistema Computervision, il quale, partendo da un modello "reticolare" del pezzo meccanico, genera il disegno quotato necessario alla produzione.

Il progetto può essere introdotto nel sistema Computervision o direttamente o tramite i flussi IGES. Si ricorda che la geometria di ogni componente era stata scritta in un flusso IGES dopo la creazione del modello solido, per poterla poi trasferire al PATRAN. Questi flussi vengono inviati anche al sistema Computervision, in cui si utilizza il trascodificatore GET IGES per trasformarli nel formato richiesto dal CADDS 4X, cioè il software per progetti e disegni meccanici del Computervision.

Benchè il trasferimento di un modello al database CADDS 4X sia automatico, il modello deve essere poi preparato opportunamente prima del suo utilizzo per generare disegni quotati. Il modello solido viene trasformato in un modello a superfici e reticoli prima di essere scritto su un flusso IGES, ma il modello reticolare così prodotto potrebbe essere incompleto. Ad esempio, un cilindro solido passerebbe come due cerchi separati. Il disegnatore dovrà anzitutto ritoccare i modelli reticolari e

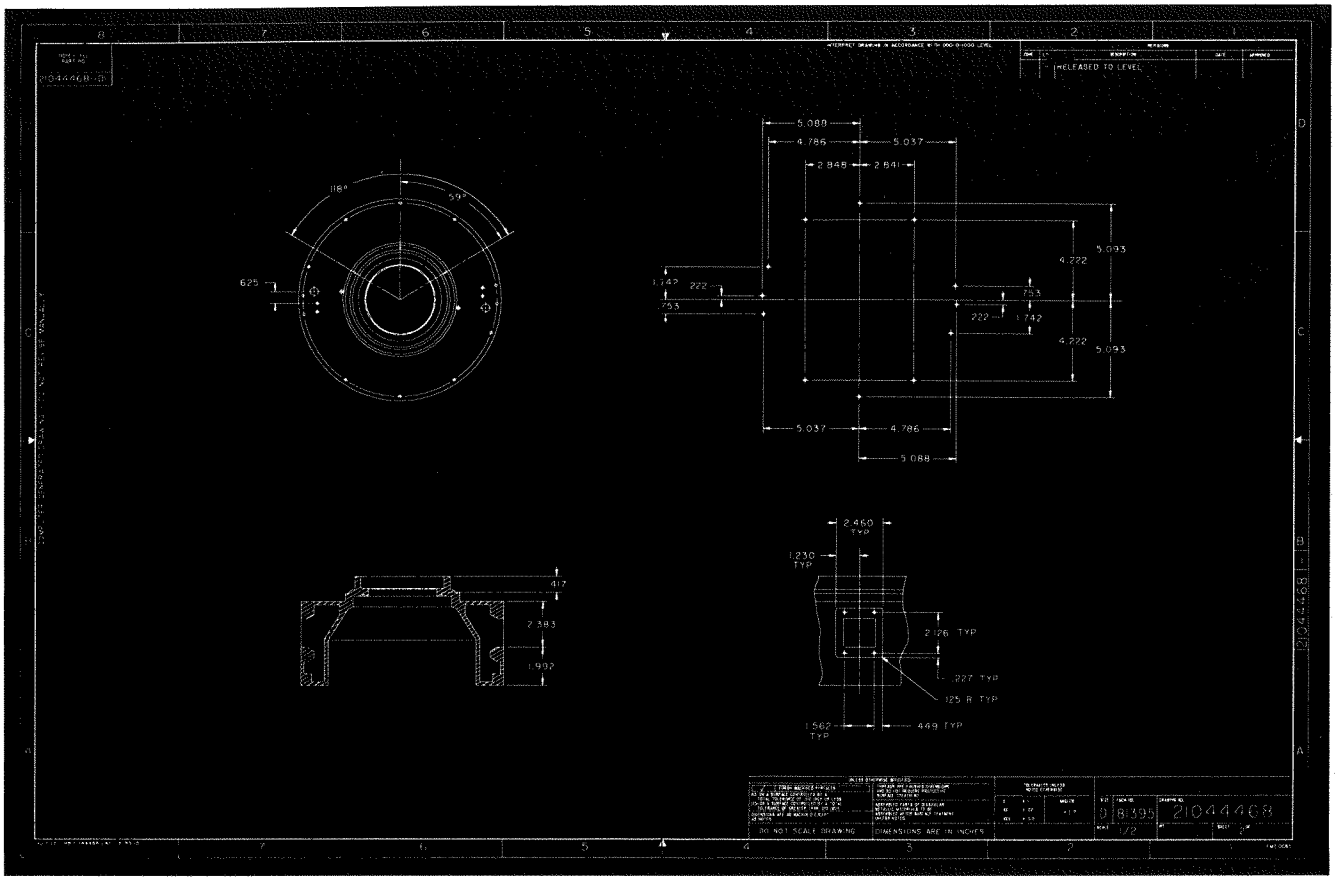


Fig. 11 - Disegno tecnico del gruppo cardanico esterno tracciato dal sistema Computervision, a partire dalla geometria estratta dal modello solido originale. Il sistema calcola e visualizza automaticamente la distanza tra i punti che l'operatore indica con la light pen. Anche il bordo del disegno è stato generato automaticamente, essendosi l'operatore limitato a introdurre le informazioni pertinenti.

poi scegliere gli opportuni piani prospettici del pezzo in questione e creare ogni sezione trasversale gli occorra.

Il passaggio da questi piani prospettici al disegno vero e proprio è immediato. Il sistema Computervision dispone infatti di molte routines che calcolano e visualizzano automaticamente le misure dei pezzi. Anche i margini del disegno, con gli spazi riservati ad informazioni del tipo "numero disegno" e "tolleranze", sono generati automaticamente. La figura 11 mostra i disegni tecnici del gruppo cardanico esterno prodotti dal sistema Computervision.

Invece dei disegni cartacei, il sistema Computervision può generare i dati necessari ad un sistema CAM (Computer-Aided Manufacturing), ricavandoli dalla geometria del progetto.

Idealmente un sistema CAD dovrebbe produrre un software in grado di pilotare le macchine a controllo numerico, le macchine cioè per la trasformazione rapida ed efficiente di un progetto in un pezzo finito. Dal modello geometrico di un pezzo, il sistema Computervision è in grado di ricavare le coordinate che descrivono il percorso di un utensile, ma occorre tener conto del linguaggio di controllo usato da ciascuna macchina a controllo numerico. Per interfacciare il CAD con il CAM occorre cioè un sistema in grado di trasformare le coordinate fornite dal Computervision nei codici e formati accettati dalle diverse macchine a controllo numerico.

9. Conclusioni

Il progetto pilota qui descritto è servito per cominciare ad utilizzare il sistema CAD meccanico. Nel corso del progetto si sono incontrati e risolti molti problemi secondari, ma rimane ancora parecchio da fare.

Poichè si prevede l'utilizzo del sistema CAD da parte di molti progettisti, è importante che le procedure CAD siano conosciute ed interpretate di comune intesa. Noi utilizziamo il sistema Computervision sin dal 1981 e da allora abbiamo sviluppato un manuale operativo, con le spiegazioni sui nomi da dare ai disegni, le regole di archiviazione, le responsabilità dei controlli e, in generale, tutte le disposizioni necessarie per mettere ordine nell'intero processo. Stiamo ora approntando una documentazione analoga rivolta a standardizzare le procedure sul sistema CAD meccanico.

Un problema fondamentale riguarda le modalità di gestione dei diversi database del sistema. Si supponga, ad esempio, che si debba modificare un progetto per risolvere un problema strutturale. Se si modifica il modello nel database NASTRAN, come si propagheranno le modifiche ai corrispondenti modelli dello stes-

so pezzo negli altri database? Se da un progetto si è già passati ai disegni quotati e il progettista modifica l'originale GEOMOD, come si possono aggiornare i disegni del Computervision, senza dovere ripercorrere l'intero processo? Chi detiene il controllo finale ed effettivo di tutti i database? Questi problemi sono attualmente allo studio, nell'ambito di un progetto sponsorizzato dal CAE Program Office della Honeywell presso la Avionics Division, e dalla loro soluzione dipende l'applicazione su scala completa del CAD Meccanico.

Occorre infine menzionare la necessità di valutare via via i nuovi package di software e le nuove release dei vecchi package, e di potenziare l'hardware per fornire più potenza e velocità agli utenti.

In conclusione, il CAD meccanico si è rivelato un potente strumento a disposizione dei progettisti; occorre però una attività continua per sfruttare le nuove possibilità che vengono man mano rese disponibili sul mercato.

Progettazione di circuiti integrati mediante elaboratore

BOB PAYNE

Honeywell
Solid State Electronics Division
Minneapolis (USA)

1. Introduzione

Nel 1964 Gordon Moore, che è ora al vertice della Intel, una tra le più importanti società produttrici di circuiti integrati, predisse che il numero di transistori realizzati su una data area di silicio sarebbe continuamente aumentato nella misura del 50% ogni anno.

Diversamente da molte altre previsioni, questa si è completamente avverata.

La "legge di Moore", come è stata chiamata, è ormai ben nota, ma ha alcune allarmanti implicazioni che sono meno note.

Una implicazione è che se il costo del lavoro deve restare in rapporto costante con il costo totale di un chip, la produttività dei tecnici addetti allo sviluppo e realizzazione di circuiti integrati deve crescere del 50% ogni anno.

A titolo di confronto, il tasso di incremento annuale di produttività nell'industria manufatturiera, è stato, negli Stati Uniti e per tutto il periodo dal 1977 al 1982, solo dello 0,6%.

Per ottenere più alti incrementi di produttività, come richiesto dall'evoluzione tecnologica, l'industria dei semiconduttori ha mutuato diverse esperienze dall'industria del software.

I tecnici dei semiconduttori condividono con quelli del software il problema di gestire la complessità, anche se in un caso essa è misurata da centinaia di migliaia di transistori in un solo circuito integrato e nell'altro caso da centinaia di migliaia di linee di codice in un solo programma.

Due pratiche, in particolare, si sono dimostrate utili in entrambi i casi: l'impiego di metodologie di progetto e l'automazione di fasi nel processo di progettazione.

I tecnici dei semiconduttori, come i progettisti software, parlano di progetto "top down" e più di uno strumento di progettazione automatica è stato etichettato (forse anche troppo ottimisticamente) come "compilatore di silicio".

Questo articolo prende in esame gli strumenti di progettazione automatica in uso presso la Solid State Electronics Division (SSED) della Honeywell e presenta indirettamente la metodologia di progetto attraverso gli strumenti usati per attuarla.

Non si ha la pretesa di approfondire le caratteristiche dei diversi strumenti usati: essi superano largamente il centinaio e la metà di questi è di uso corrente.

Tuttavia con la descrizione delle funzioni svolte da alcuni strumenti e con esempi del loro uso, speriamo di mettere il lettore nella condizione di poter comprendere lo stato attuale della progettazione di circuiti integrati assistita da calcolatore, o, con un acronimo ormai diffuso, lo stato del CAD di circuiti integrati.

2 - Generalità sui sistemi CAD

Gli strumenti software del sistema CAD da noi usato operano su tre livelli di calcolatori. Il primo livello è costituito da stazioni di lavoro Apollo, che ospitano strumenti interattivi e di elaborazione a lotti con modeste necessità di calcolo. Il livello successivo è costituito da calcolatori (VAX) della Digital Equipment, che ospitano un certo numero di strumenti standard nell'industria. Il terzo livello è costituito da grandi sistemi, quali gli Honeywell DPS 88 e DPS 90, che vengono usati come potenti strumenti di elaborazione a lotti. I problemi affrontati sono trasferiti dalle stazioni di lavoro ai livelli più alti in modo che l'insieme degli strumenti offra una interfaccia utente semplice e comprensibile o, come si dice in gergo, amichevole. La stazione di lavoro serve anche come gestore di base di dati per tutti e tre i livelli di calcolatori.

Un sistema CAD completo può costituire un insieme di strumenti così intricato da disorientare. Un filo utile per penetrare e comprendere questo labirinto è costituito dal processo di progettazione cui il sistema è dedicato. Si possono identificare otto fasi nella progettazione di un circuito integrato: la definizione dei requisiti del componente, il progetto funzionale, l'analisi del progetto, lo sviluppo degli strumenti di prova, il progetto fisico, la verifica delle prestazioni e la generazione delle maschere necessarie per la produzione del componente (Fig. 1).

3 - La definizione dei requisiti

Quattro gruppi di strumenti sono usati per definire i requisiti dei circuiti integrati. Il primo è costituito

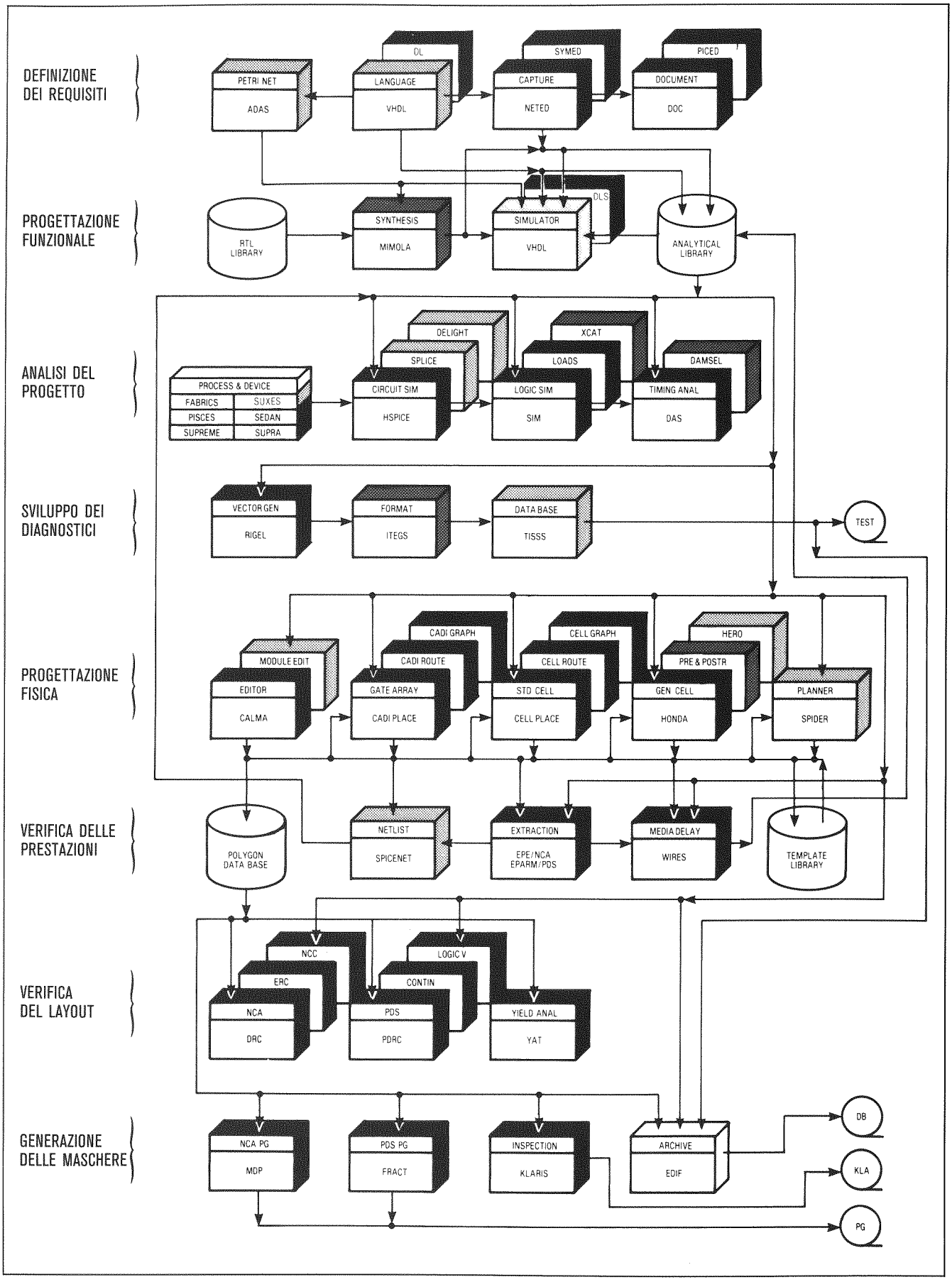


Fig. 1 - Schema generale del sistema CAD per circuiti integrati illustrato in questo articolo. Accanto alle varie fasi del processo (definizione delle specifiche, progetto funzionale, ecc) sono indicati gli specifici strumenti software impiegati. I più importanti di essi sono illustrati nel seguito.

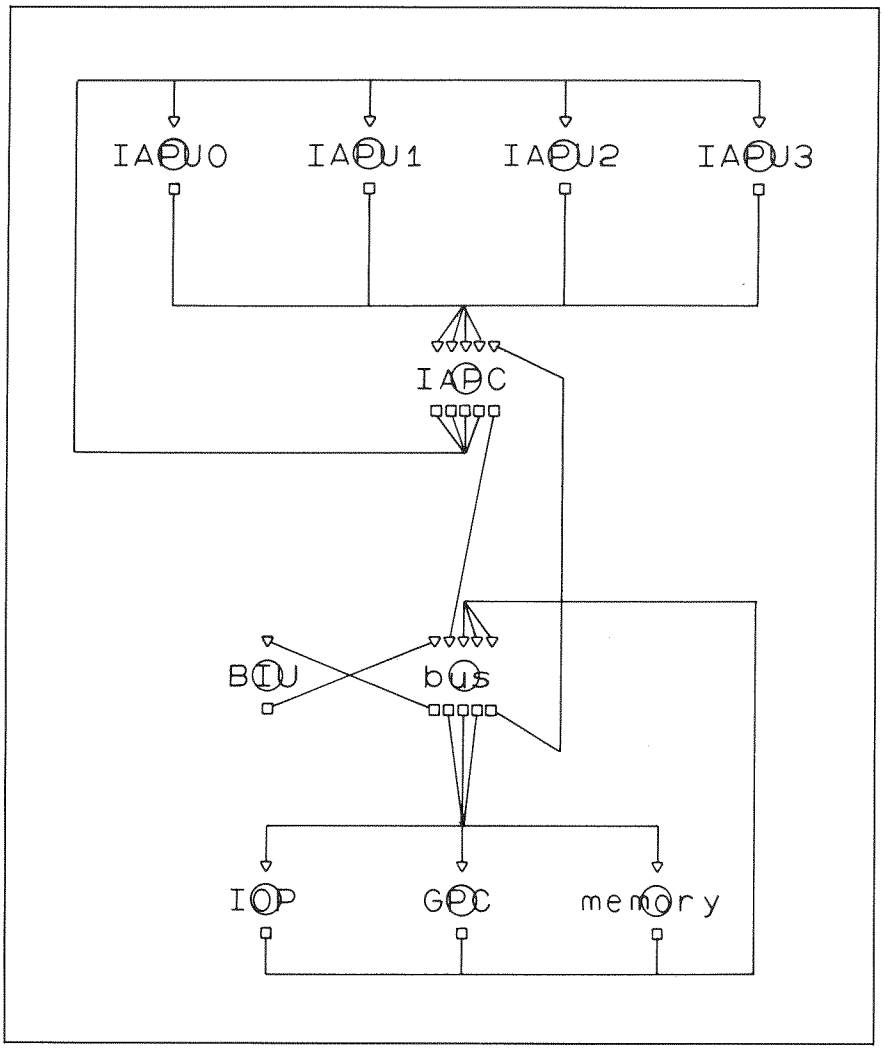


Fig. 2 - ADAS è un programma che consente di definire il modello di un sistema secondo la tecnica delle reti di Petri. La figura illustra, come esempio, un sistema multiprocessore (*in alto*); l'analisi (*in basso*) mostra come il processor di ingresso/uscita IOP costituisca un collo di bottiglia del sistema. Ciò suggerisce modifiche allo schema proposto.

HARDWARE MODULE INFORMATION

Name	Next Avail	Time Busy	Utilization	Corresponding Nodes
memory	251.66	101.20	40%	IN1
IOP0	271.00	251.00	100%	OUT1, OUT0, IN0
IAPU3	251.70	25.44	10%	ident0
IAPC0	250.26	0.00	0%	copy0
IAPU2	254.11	19.18	8%	foll1, init0
IAPU1	265.76	93.00	37%	noise0
IAPU0	265.26	120.00	48%	prep0

dal sistema software ADAS per il progetto architetturale.

Questo strumento, sviluppato dal Research Triangle Institute, consente al progettista di valutare la realizzazione di un intero sistema simulandolo col metodo delle "reti di Petri".

In sostanza, i vari blocchi funzionali del sistema sono simulati mediante algoritmi che definiscono le relazioni tra segnali di ingresso e uscita dei blocchi medesimi.

Analizzando il modello complessivo del sistema il progettista può determinare quali blocchi funzionali costituiscono dei colli di bottiglia e quali invece restano inutilizzati per la maggior parte del tempo (Fig. 2).

Lo strumento successivo è un linguaggio di alto livello per la descrizione di hardware digitale.

Attualmente è largamente in uso il linguaggio DL sviluppato presso la "Large Computer Product Division" della Honeywell e in un prossimo futuro sarà usato il linguaggio VHDL in corso di sviluppo presso la Intermetrics. Quest'ultimo promette di diventare rapidamente un linguaggio standard di impiego comune per il progetto di circuiti integrati.

I linguaggi VHDL e Honeywell DL consentono due tipi di rappresentazione di una entità hardware: funzionale e strutturale. La descrizione funzionale specifica la funzione delle entità fisiche senza identificare la loro struttura interna. La descrizione strutturale definisce i diversi componenti delle entità fisiche e le loro interconnessioni.

Utilizzando i due tipi di rappresentazione congiuntamente è possibile

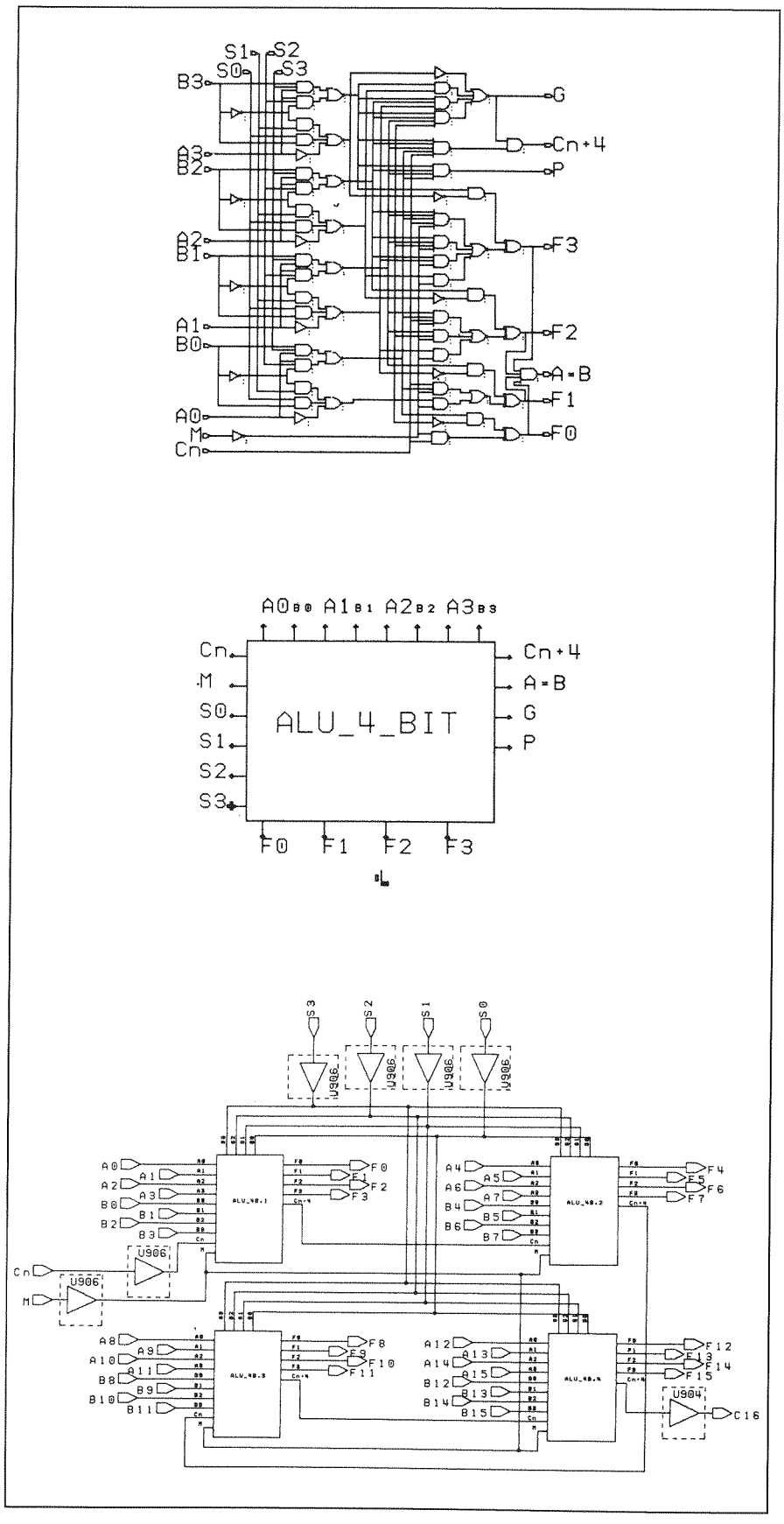


Fig. 3 - La figura mostra un esempio di utilizzo dei programmi NETED e SYMED. Una unità logico-aritmetica a 4 bit, definita a livello di porta logica (*in alto*), viene sintetizzata in un blocco funzionale (*in mezzo*), utilizzato per realizzare una unità logico-aritmetica a 16 bit (*in basso*).

modellare un circuito a livelli diversi di astrazione.

Il terzo gruppo di strumenti comprende due programmi per l'inserzione di schemi elettrici in basi di dati logico-funzionali. Ambedue i programmi sono distribuiti dalla Mentor Graphics. L'editor di rete NETED consente all'utente di introdurre e interconnettere dei componenti elettrici. L'editor simbolico SYMED consente invece all'utente di assegnare un simbolo a un blocco circuitale cosicché questo può essere usato come blocco funzionale o "scatola nera" con caratteristiche note, a un livello di astrazione più elevato.

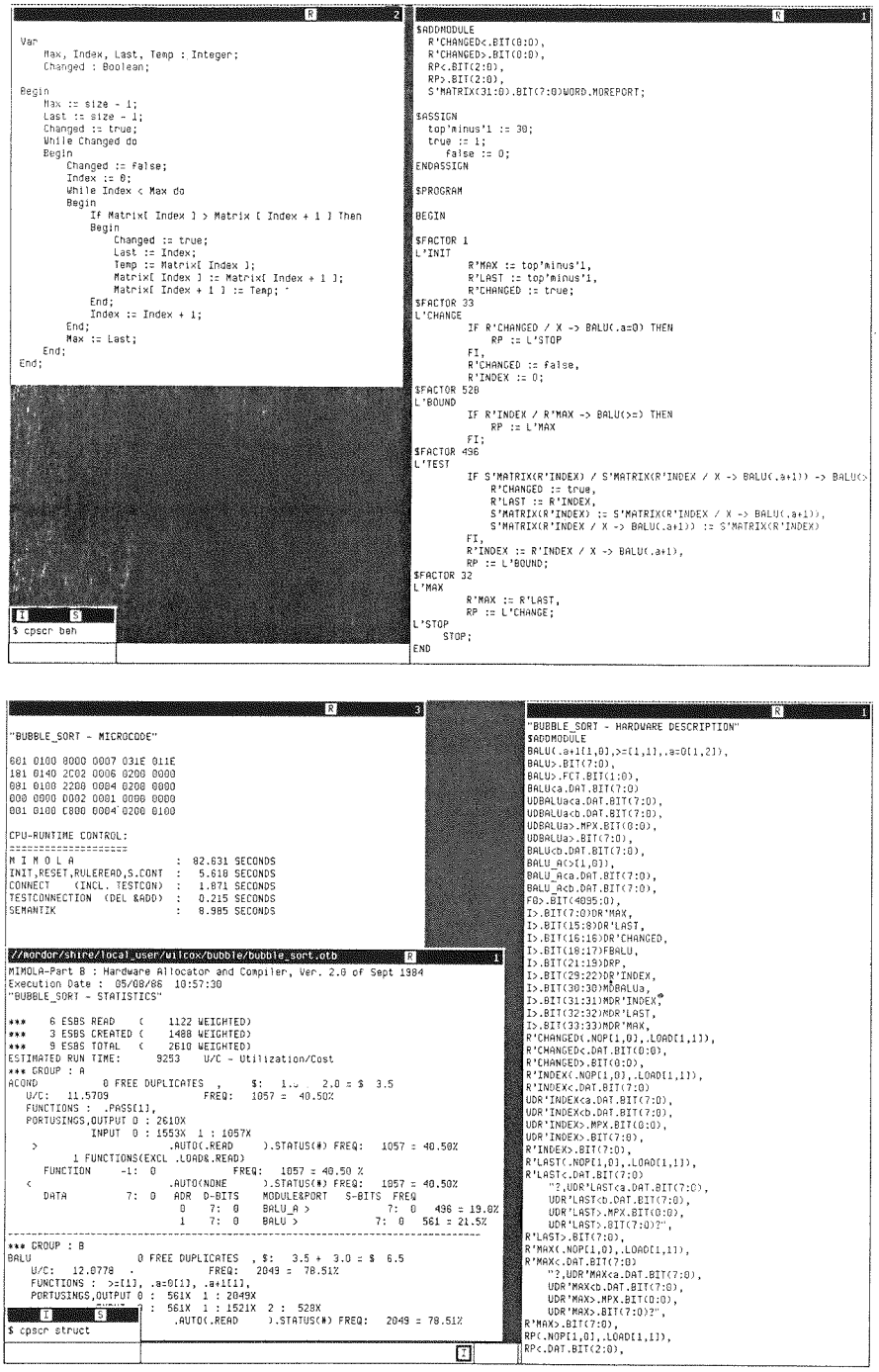


Fig. 4 - MIMOLA è un package che dalla descrizione funzionale di un circuito ricava la descrizione strutturale. La figura esemplifica i vari passi del processo: (a) algoritmo da realizzare nel chip, descritto in linguaggio di alto livello, come Pascal; (b) trascrizione in MIMOLA; (c) descrizione del circuito che realizza l'algoritmo; (d) microcodice di controllo del circuito; (e) dati relativi al circuito (tempo di esecuzione dell'algoritmo, numero di dispositivi di ciascun tipo, tempo percentuale di utilizzazione di ciascun elemento, ecc).

Con questi due strumenti si possono registrare nella base di dati della stazione di lavoro, delle librerie di celle funzionali.

Si possono poi creare schemi circuitali a blocchi estraendo dalla libreria le celle che interessano per il progetto del circuito integrato (Fig. 3)

Il quarto gruppo di strumenti comprende un programma di documentazione DOC e un editor di immagini, PICED.

Simboli, schemi e proprietà dei circuiti contenuti nella base di dati possono essere richiamati dal programma DOC e inseriti automaticamente in un testo. Ciò rende particolarmente agevole la documentazione delle librerie di celle e assicura il continuo aggiornamento della documentazione in sintonia con le revisioni della base di dati.

4 - Il progetto funzionale

Con il progetto funzionale la descrizione del comportamento del circuito viene convertita in una descrizione strutturale; in altre parole, gli strumenti di progetto funzionale derivano uno schema circuitale dall'algoritmo che descrive la funzione svolta dal circuito.

Due programmi sono usati a questo scopo.

Il programma di sintesi MIMOLA, sviluppato dall'università di Kiel, converte la descrizione funzionale in una descrizione strutturale a livello di registro-funzione di trasferimento.

A tale livello il circuito è rappresentato da un insieme di elementi di memorizzazione, come registri, memorie e stacks, e da elementi di logica combinatoria, come unità aritme-

tiche, multiplexer, codificatori e decodificatori. (I blocchi logici che non comprendono elementi di staticizzazione sono chiamati logiche combinatorie, mentre quelli che comprendono elementi di staticizzazione sono detti logiche sequenziali).

Il programma MIMOLA è stato ampiamente rielaborato e perfezionato dal Computer Science Center della Honeywell (Figura 4).

Il secondo programma è il simulatore VHDL sviluppato, insieme al relativo linguaggio, dalla Intermetrics.

È uno strumento molto flessibile, in grado di trattare l'intero campo di modelli circuitali, dai modelli funzionali astratti fino ai modelli strutturali, al livello descrittivo di porta logica o transistore.

5 - L'analisi del progetto.

Lo scopo del progetto analitico è di assicurare che un progetto sia, oltre che funzionalmente corretto, anche soddisfacente come prestazioni.

Un circuito funzionalmente corretto elabora in modo appropriato dati Booleani, ma è possibile che non consegua le prestazioni desiderate.

Un circuito è soddisfacente come prestazioni se opera alla velocità richiesta e se prestabiliti parametri elettrici, come la potenza assorbita o la corrente di alimentazione delle porte logiche, rientrano nei limiti desiderati.

Il progetto analitico è sviluppato con l'ausilio di una gerarchia di strumenti. Gli strumenti al più basso livello di astrazione sono usati per simulare i passi del processo di fabbricazione del circuito e il funzionamento dei componenti elementari a livello di portatori di carica elettrica. Gli strumenti ai due livelli seguenti sono usati per simulare il percorso di un segnale, a livello di corrente commutata dai singoli transistori, e per simulare un intero circuito, a livello di operazioni Booleane eseguite dalle porte logiche.

```
TITLE       SUPRA - NMOS transistor simulation
$ *** Numerical source/drain simulation input listing ***

$ *** Start with the result of the analytic recessed
$                 field region simulation (saex1s) ***
STRUCTURE
LOAD        STRUCTURE  FILE=SAEX1S
END

$ *** Switch into numerical mode ***
NUMERICAL

$ *** Implant source/drain contact region ***
DEPOSIT     PHOTORESIST  THICKNESS=2
ETCH        PHOTORESIST  X4=3.2
IMPLANT     ARSENIC  DOSE=1E15  ENERGY=200

$ *** Etch source/drain contacts ***
ETCH        OXIDE  X4=3.2  THICKNESS=.1
ETCH        PHOTORESIST

$ *** Define polysilicon gate ***
DEPOSIT     POLYSILICON  THICK=.4
ETCH        POLYSILICON  X3=3.8  X4=4

$ *** Implant the shallow source/drain region ***
IMPLANT     ARSENIC  DOSE=5E13  ENERGY=50

$ *** Anneal to activate arsenic ***
DIFFUSION   TIME=15  TEMP=950

$ *** Define metallization ***
DEPOSIT     ALUMINUM  THICK=0.5
ETCH        ALUMINUM  X1=3.4
```

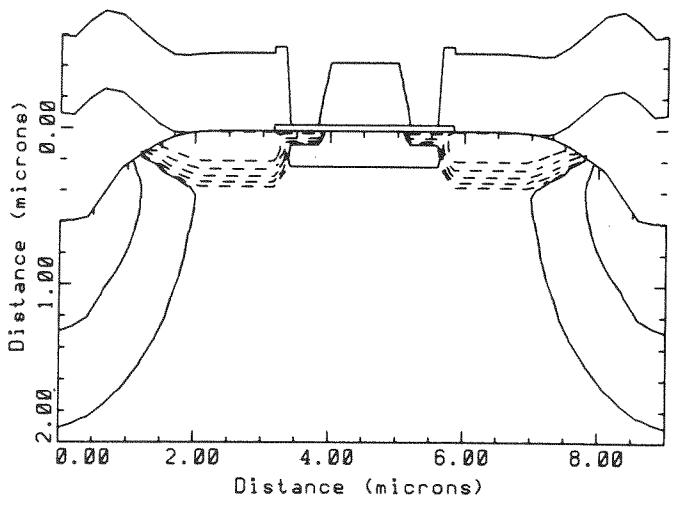


Fig. 5 - Esempio di simulazione di processo mediante SUPRA. Il progettista definisce i passi di realizzazione di un transistore MOS *(in alto)*. Il programma calcola la struttura del dispositivo; i risultati possono essere presentati graficamente, ad esempio, fornendo una sezione del transistore *(in basso)*.

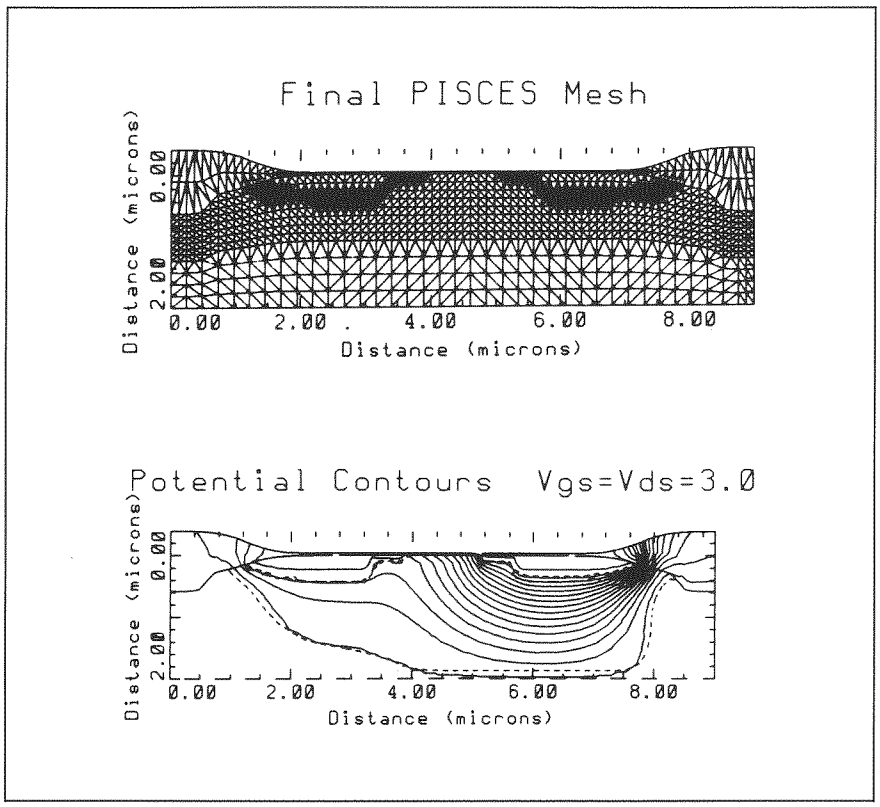


Fig. 6 - Il programma PISCES simula il funzionamento di singoli dispositivi. Il caso illustrato è lo stesso transistore della figura precedente. Il metodo di soluzione è quello "a elementi finiti", ossia il valore delle grandezze è determinato in un numero limitato di punti del dispositivo (*in alto*). Come uscita si può avere, ad esempio, l'andamento delle linee equipotenziali nel dispositivo (*in basso*).

Al più alto livello di astrazione, gli strumenti di analisi del progetto si sovrappongono agli strumenti usati per il progetto funzionale.

Il simulatore VHDL, per esempio, può essere usato per simulare intieri sistemi al livello delle informazioni trasferite tra i blocchi funzionali.

La Honeywell dispone di un corredo di strumenti che consentono di simulare processi produttivi e dispositivi MOS e bipolari in una o due dimensioni.

Le figure 5 e 6 illustrano il funziona mento di un programma di simulazione bidimensionale di un processo e di un programma di simulazione bidimensionale di un dispositivo.

Infine il programma SUXES definisce un insieme di parametri che meglio descrivono un dispositivo.

Tali dati possono derivare sia da simulazione del dispositivo o da misure elettriche effettuate sul dispositivo stesso, realizzato fisicamente.

Questi parametri sono poi usati per formulare un modello matematico del dispositivo per la simulazione dei circuiti che lo comprendono.

La Honeywell mantiene una sua propria versione, pesantemente modificata e perfezionata, del programma SPICE, un simulatore circuitale che ha ormai caratteristiche di standard industriale e che fu originariamente sviluppato dall'Università californiana di Berkeley (Fig. 7).

SPICE, che è in grado di simulare in dettaglio le caratteristiche di corrente e tensione dei circuiti, costituisce uno strumento di lavoro particolarmente usato ed efficace.

Tuttavia, poiché la simulazione dei circuiti richiede una elevata potenza di calcolo, le simulazioni effettuate con SPICE sono limitate a circuiti costituiti da dispositivi nell'ordine di alcune centinaia, al massimo un migliaio. SPICE è usato essenzialmente per simulare librerie di celle, costituite da poche porte logiche. A livello circuitale è usato per fornire un modello dei soli percorsi "critici" che, individuati da altri strumenti, potrebbero anche non soddisfare i vincoli di tempo fissati.

Le simulazioni con SPICE sono effettuate in corrispondenza di numerosi punti del processo di progettazione.

Prima che una cella venga tracciata, vengono effettuate simulazioni per definire le dimensioni della cella e i livelli di corrente. Una volta che la cella è stata disegnata, altri strumenti determinano il valore delle capacità parassite e la resistenza dei dispositivi e delle loro interconnessioni.

A questo punto la cella è simulata nuovamente per verificare quale effetto abbiano le capacità parassite sulle prestazioni.

Infine, quando tutto il circuito integrato è stato disegnato, uno strumento chiamato SPICENET è usato per ricavare modelli SPICE dei percorsi critici a livello dell'intero disegno.

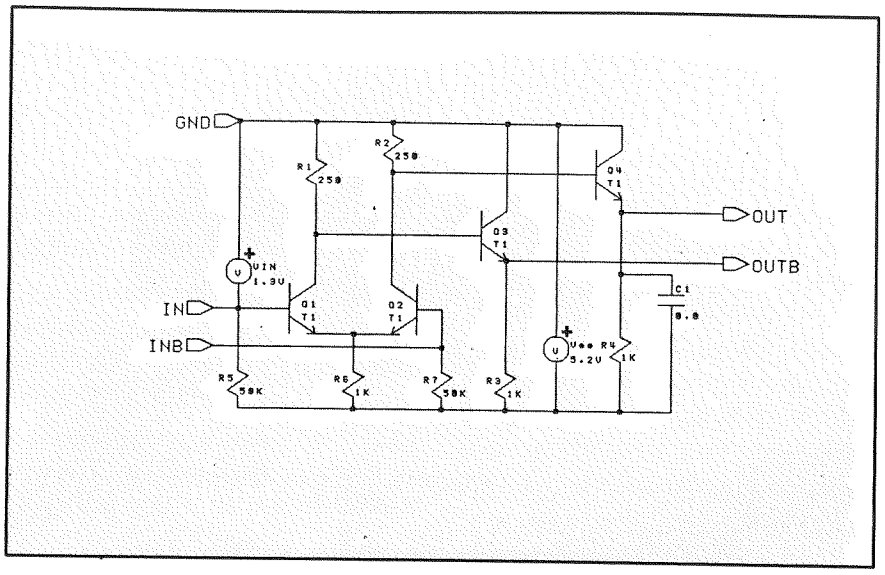
Questi percorsi sono poi analizzati per assicurarsi che soddisfino i requisiti di temporizzazione e di prestazioni.

Il programma SPICE della Honeywell gira su sistemi DPS 88, su VAX e sulle stazioni di lavoro Apollo.

SPICE è stato tradizionalmente uno strumento di tipo "batch", che richiedeva all'analista di introdurre come dati di programma l'intera descrizione di un circuito in forma di archivio testuale.

Mediante l'integrazione di SPICE con un pacchetto grafico della Mentor noi abbiamo fornito allo strumento una interfaccia interattiva.

Il pacchetto Mentor può essere usato per creare lo schema di un circui-



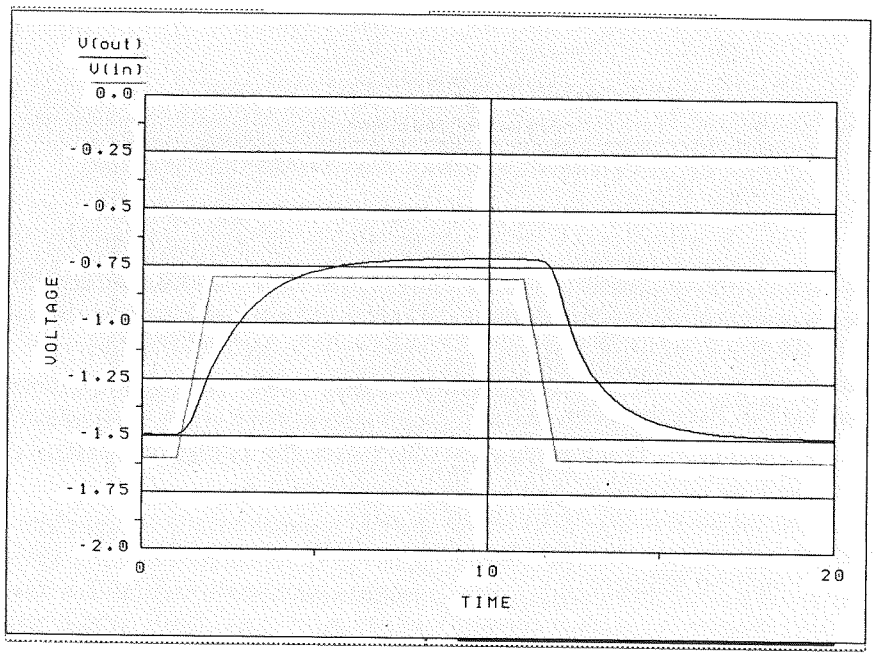


Fig. 7 - Il programma MHSPICE simula il comportamento di un intero circuito elettronico, effettuando diversi tipi di analisi. La figura mostra, a titolo di esempio, la risposta (*in basso*) di un circuito (*in alto*) ad una tensione di ingresso rettangolare.

to da simulare e può fornire su uno schermo le forme d'onda che rappresentano i risultati della simulazione.

Si sta ora sperimentando il programma DELIGHT della Università di Berkeley.

Questo strumento usa il programma SPICE per ottimizzare gli elementi del circuito.

Se per esempio l'utente vuole esaltare l'attenuazione di un filtro in determinate zone, non c'è che da indicare quali parametri del filtro il programma DELIGHT può cambiare e i rispettivi campi di variabilità. Richiamando SPICE come sottoprogramma, DELIGHT può determinare la sensibilità delle caratteristiche del dispositivo a variazioni di questi parametri e tentare di trovare una combinazione di valori dei parametri che conferisca al filtro le caratteristiche desiderate.

Molta simulazione logica è ora compiuta col programma SIM della Mentor, recentemente rinominato QUICKSIM.

La funzione primaria del programma QUICKSIM è di verificare che il circuito fornisca in uscita i livelli logici appropriati in risposta a configurazioni di segnali di prova. Esso ha però anche un'altra caratteristica importante.

QUICKSIM è un simulatore logico basato sul tempo. Esso differisce da un simulatore logico di tipo semplice in quanto introduce tempi di propagazione specifici per ogni porta, anziché assumere che ogni porta abbia un tempo di propagazione o di ritardo unitario. Perciò è usato per verificare che i percorsi logici soddisfino i requisiti temporali di progettazione oltre a svolgere correttamente la loro funzione logica (Fig. 8).

Diversamente da SPICE, QUICKSIM può simulare circuiti costituiti da decine di migliaia di porte in un tempo ragionevole.

Da dove QUICKSIM ottiene i ritardi delle porte?

Tali ritardi sono calcolati dal programma LOADS della Honeywell, partendo da modelli di ritardo im-

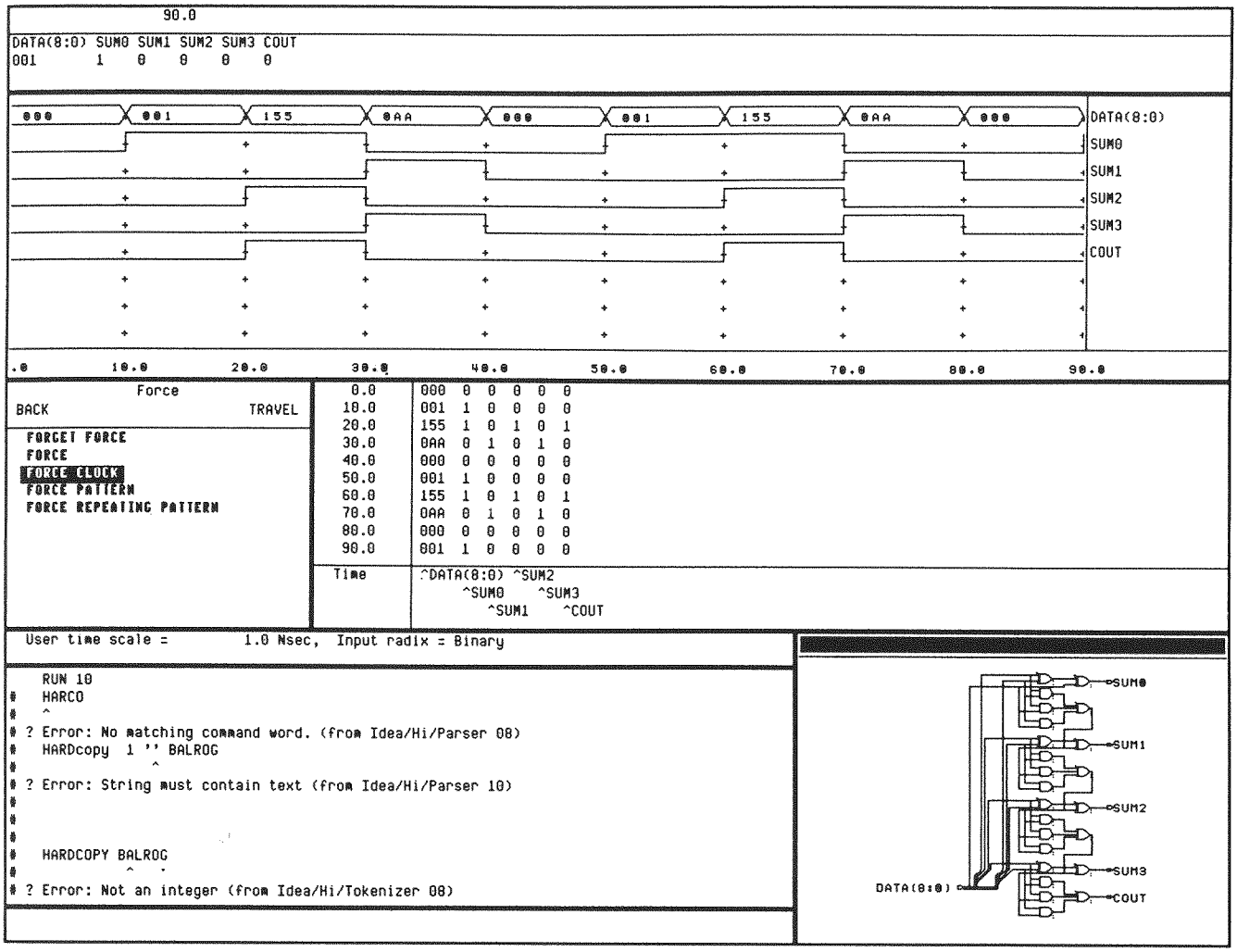


Fig. 8 - QUICKSIM è un programma per la simulazione logica. Esso verifica la correttezza logica di uno schema. L'esempio portato qui sopra è un addizionatore a 4 bit (*in basso*). I risultati della simulazione sono forniti sia numericamente (*in mezzo*), sia come forme d'onda (*in alto*).

magazzinati nella base di dati della stazione di lavoro.

I modelli sono rappresentazioni semplificate del primo ordine e forniscono dei ritardi in funzione del carico capacitivo e di corrente delle diverse porte. I modelli a loro volta sono ottenuti da simulazioni SPICE delle porte.

Assegnato un certo schema logico, il programma LOADS accede al modello di ogni porta dello schema e calcola il ritardo della porta in funzione del suo "fan-out" (numero di porte che vengono pilotate) e della capacità delle interconnessioni tra la porta e gli elementi logici seguenti.

Come SPICE, anche QUICKSIM è usato sia prima che dopo il tracciamento del circuito.

Prima del disegno finale del circuito, viene stimata la capacità delle interconnessioni.

Se il circuito è stato tracciato, LOADS fa uso di ritardi calcolati dal programma WIRES sulla base della descrizione del tracciato circuitale effettivo.

LOADS ha una ulteriore e importante funzione in aggiunta a quella di calcolare i tempi di propagazione: esso verifica gli schemi logici contro possibili violazioni di regole tecnologiche, come limiti di fan-in o di fan-out.

Questa funzione del programma LOADS si è dimostrata estremamente utile. (Fig. 9).

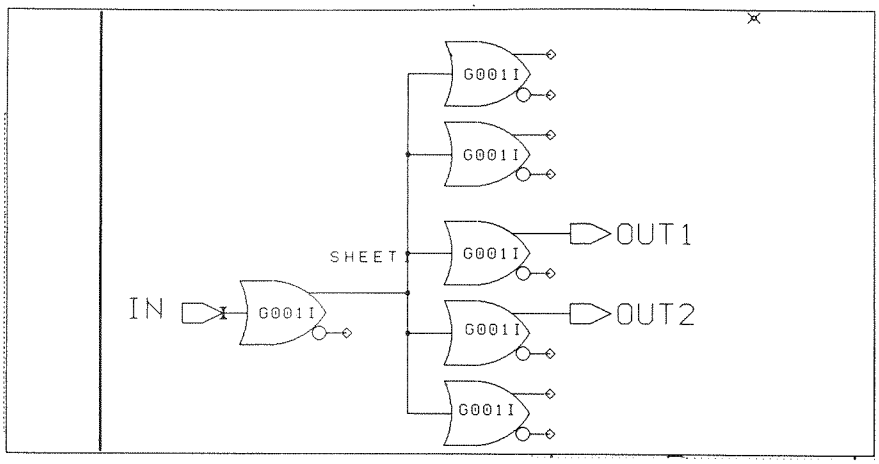
QUICKSIM, come SPICE, ha una interfaccia grafica. Poiché la sua interfaccia utente è strettamente accoppiata con il pacchetto "cattura-schemi" della Mentor, l'analista può sondare ogni nodo dello schema logico semplicemente indicandolo.

QUICKSIM mostrerà allora sullo schermo una traccia dei valori logici che il nodo assume man mano.

Sebbene la simulazione logica richieda meno impegno di calcolo della simulazione circuitale, la simulazione logica basata sul tempo di un circuito complesso può richiedere anche più di 10 ore.

Per rendere più veloci le operazioni, noi disponiamo di un acceleratore chiamato XCAT specificatamente progettato per eseguire simulazioni logiche basate sul tempo e simulazioni di errori.

L'ultimo strumento in questo gruppo è il sistema DAS (Design Analysis System), un analizzatore statico




```
#                  Summary of loading violations detected
#                  ------- -- ------- ---------- --------
#
#       Design: fifo_test
#          (/USER/ERSTAD/SCI_HON/FIFO_TEST)
#
#       LOADS run on:  7/23/86     14:42:30
#       Technology file: .TECH_FILE
#
#
#       DC fanin exceeds DC fanout on net  //SHEET1
#       The net was located on sheet1 of /user/erstad/sci_hon/fifo_test
   HARDcopy 1 f balrog -Replace
#  Note:  Screen image saved in //MORDOR/MORIA/LOCAL_USER/ERSTAD/SCI_HON/F (from Idea/Spool)
```

Fig. 9 - Il programma LOADS verifica le eventuali violazioni di regole circuitali. Nell'esempio di figura, il programma ha identificato un violazione di "fan out" (ossia una delle porte logiche pilota più carichi di quanto sia ammesso).

di temporizzazioni.

In che cosa il sistema DAS differisce da QUICKSIM?

DAS è chiamato analizzatore statico perché non esercita le porte logiche. Esso segue dei percorsi nel circuito e assume che ogni porta commuti da uno stato logico all'altro, calcolando il tempo di propagazione cumulativo.

QUICKSIM fornisce una indicazione se il percorso logico soddisfa o meno determinati vincoli nel tempo di propagazione.

DAS, per converso, ci mette in condizione di stabilire la differenza tra il ritardo del percorso e il ritardo massimo ammissibile, e di determinare il contributo dei diversi componenti e delle interconnessioni al ritardo globale.

DAS classifica i percorsi che eccedono i tempi di propagazione consentiti in ordine inverso all'entità della violazione. Il progettista può allora "accordare" questi percorsi eliminando porte logiche dal percorso o sostituendole con altre che hanno una maggior potenza di uscita.

Se il ritardo del percorso non è eccessivo e non vi sono alternative logiche, il progettista può passare il problema agli strumenti di tracciatura.

Nel corso della fase finale di collocazione dei componenti sul chip, i percorsi critici sono accuratamente soppesati per assicurare che le lunghezze dei collegamenti siano minime. I percorsi sono poi simulati con SPICE per verificare che le limitazioni di tempo imposte siano soddisfatte.

DAS è la seconda generazione di uno strumento in uso da molto tempo.

E però quasi completo lo sviluppo di una terza generazione dello strumento, denominata DAMSEL.

Il programma DAMSEL sarà strettamente connesso alla base dei dati della stazione di lavoro, da cui potrà ottenere i ritardi delle porte logiche, calcolati dal programma LOADS e in cui potrà caricare condizioni particolari per gli strumenti di tracciatura (Fig. 10).

6 - Gli strumenti diagnostici.

Allo stato attuale della tecnologia è un pessimo approccio rimandare le problematiche relative alla prova dei circuiti integrati a quando il progetto è completato.

Una apparecchiatura di prova può costare fino a due milioni di dollari e il tempo necessario per le prove essere proibitivo in termini economici.

Con l'aumentare della densità dei circuiti integrati, il costo delle prove tende a superare gli altri costi di produzione dei componenti. Diventa quindi economicamente conveniente prevedere nel circuito delle logiche addizionali che rendano più agevole la prova e al limite consentano di provare i circuiti senza necessità di strumenti ad hoc.

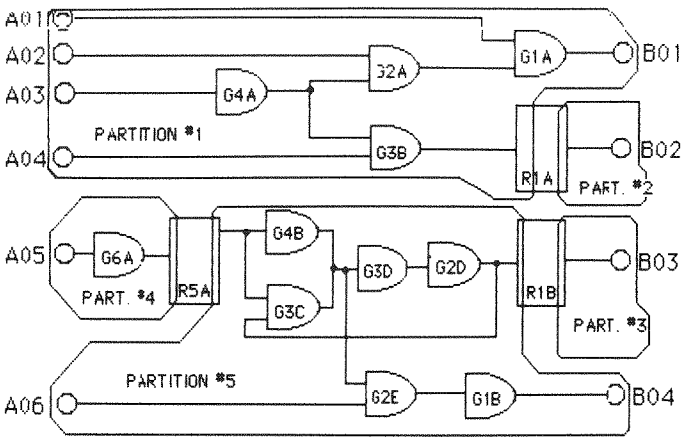
Lo scopo della prova è di rivelare i difetti o guasti che si manifestano come errori permanenti, ossia come nodi del circuito che restano permanentemente a livello logico 1 o 0.

Gli errori vengono rivelati applicando vettori di prova al circuito e confrontando i corrispondenti vettori di uscita con quelli attesi.

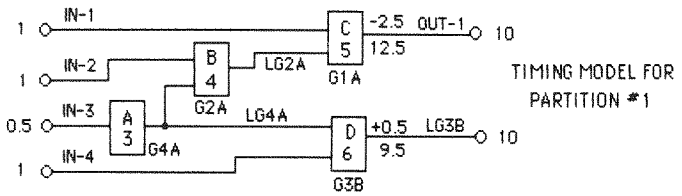
(Un vettore è semplicemente l'insieme dei segnali binari in ingresso o in uscita in un ciclo di temporizzazione).

Se il circuito integrato non dispone di particolari circuiti di prova, un insieme di vettori di prova è sviluppato manualmente e un simulatore logico è usato per determinare i vettori di uscita corrispondenti.

Fig. 10 - DAMSEL è un programma per l'analisi statica delle temporizzazioni. Nel circuito di figura (*in alto*), il programma calcola i margini di tempo relativi ad ogni percorso (*in mezzo*), ed elenca i cammini critici, indicando il contributo al ritardo dovuto ai componenti ed alle connessioni (*in basso*).



THE DESIGN IS BROKEN INTO TIMING PARTITIONS



TIMING MODEL FOR PARTITION #1

SLACK REPORT
FOR LATE SIGNALS IN PARTITION #1

NO.	REC ID	COMPONENT NAME	LOCATION	TERM ID	NET NAME	RISING	FALLING	LV
1	130	CON20	1	A01	IN-1	+4.0	+4.0	1
2	131	CON20	1	A02	IN-2	+0.0	+0.0	1
3	132	CON20	1	A03	IN-3	-2.5	-2.5	1
4	133	CON20	1	A04	IN-4	+3.0	+3.0	1
5	203	DDAB01BB01	G4A	02	LG4A	-2.5	-2.5	2
6	189	DDAX01BB01	G3B	02	LG3B	+0.5	+0.5	3
7	156	D2EF01B001	G2A	05	LG2A	-2.5	-2.5	3
8	149	DDAB01BB01	G1A	02	OUT-1	-2.5	-2.5	4
9	229	FD1F01B002	R1A	01	LG3B	+0.5	+0.5	4
10	137	CON20	1	B01	OUT-1	-2.5	-2.5	5

DESIGN ID: SAMPLE

TIMING ANALYSIS SYSTEM
CRITICAL PATH REPORT

REC-ID	COMP NAME	NET NAME	LOCATION	IN TRM	OUT TRM	COMP DELAY	MEDIA DELAY	TOTAL DELAY	LV
132	CON20	IN-3	1		A03	0.0	0.5	0.5	1
203	DDAB01BB01	LG4A	G4A	01	02	2.0	1.0	3.5	2
156	D2EF01B001	LG2A	G2A	01	05	2.0	2.0	7.5	3
149	DDAB01BB01	OUT-1	G1A	01	02	2.0	3.0	12.5	4

Un simulatore di guasti è poi usato per stabilire se la logica è stata esercitata per intero.

Il simulatore riporta la copertura di errori della procedura di prova (la percentuale di guasti che può essere rivelata) ed elenca tutti i tipi di guasti che non sono riconosciuti.

Il tecnico può rendere riconoscibili alcuni guasti escogitando delle prove addizionali, ma il conseguimento di una buona copertura di errore in questo modo è particolarmente laborioso.

Una soluzione di questo problema consiste nell'inserire nel dispositivo un "circuito di scansione percorsi".

La metodologia di scansione dei percorsi sfrutta la circostanza che è relativamente facile generare prove per circuiti combinatori, mentre è difficile generare prove per circuiti sequenziali.

Un circuito di scansione di percorsi consente di connettere tutti gli elementi di memoria in catene, o percorsi di scansione, che circondano blocchi di logica combinatoria.

Con il circuito operante in modo diagnostico una sequenza di bit è caricata in successione negli elementi di memoria, poi il circuito è fatto operare in modo normale per un ciclo di temporizzazione.

Con il circuito ancora in modo diagnostico, il contenuto del percorso di

scansione viene fatto scorrere fino ad una uscita e registrato.

I possibili guasti della logica combinatoria aggirata vengono rivelati confrontando l'uscita del percorso di scansione con l'uscita prevista dallo stesso percorso in assenza di guasto.

Il corretto funzionamento degli elementi di staticizzazione viene riconosciuto con un procedimento simile; se tutti gli elementi di staticizzazione funzionano correttamente, una sequenza di bit in ingresso viene trasferita senza alterazioni fino all'uscita. Nei circuiti integrati più recenti da noi sviluppati, la diagnosticabilità fa un ulteriore passo avanti: i circuiti sono infatti in grado di provarsi da soli. Con l'aggiunta di una retroazione con OR ESCLUSIVO a un percorso di scansione, si può convertire un percorso di scansione in un generatore di configurazioni pseudo casuali.

Le configurazioni binarie sono trasferite attraverso una logica combinatoria a OR ESCLUSIVI che alimentano un registro di ricezione. Dopo che tutte le configurazioni sono state fatte riciclare, il residuo nel registro di ricezione è confrontato con il residuo che un circuito funzionante correttamente avrebbe prodotto.

In questo modo si può ottenere una buona copertura dei guasti senza dover usare una apparecchiatura di prova esterna. Inoltre, la circuiteria di prova interna consente di provare il circuito integrato alla sua velocità operativa, quindi molto rapidamente.

Il nostro corredo di strumenti di sviluppo di prove comprende tre programmi.

Il primo LCPD ha aperto la via all'uso della metodologia di prova a percorso di scansione.

RIGEL è un generatore di prove per percorsi di scansione di una seconda generazione, ed è stato usato per sviluppare insiemi di prove ad elevata copertura per i micromoduli e le piastre del calcolatore di grande potenza DPS 88 (Fig. 11).

Lo strumento è ora in via di modifica per usarlo con i circuiti integrati e per lo sviluppo di circuiti provvisti di caratteristiche di autodiagnosticabilità.

RIGEL, come altri strumenti che richiedono potenza di calcolo elevata, gira sul DPS 90 ma è interfacciato con la base di dati della stazione di lavoro, da cui estrae schemi logici e modelli di simulazione.

Un problema nella generazione di prove è di soddisfare le esigenze di formato imposte da differenti apparecchiature di prova.

Questo problema sarà completamente risolto con lo sviluppo da parte della Solid State Electronic Division del programma ITEGS che può essere considerato un traduttore di formati.

I vettori di prova, generati da simulatori logici, così come i vettori di percorsi di scansione, generati da RIGEL, possono essere memorizzati come archivi del programma ITEGS, insieme a condizioni parametriche del circuito, come correnti di ingresso, uscita, potenza assorbita e velocità. Queste informazioni vengono poi tradotte da RIGEL nei formati richiesti dalle diverse apparecchiature di prova.

7 - Il progetto fisico

Le configurazioni geometriche che saranno alla fine tracciate sulle maschere usate nel processo di lavorazione dei "wafer" di silicio sono definite nel corso del progetto fisico.

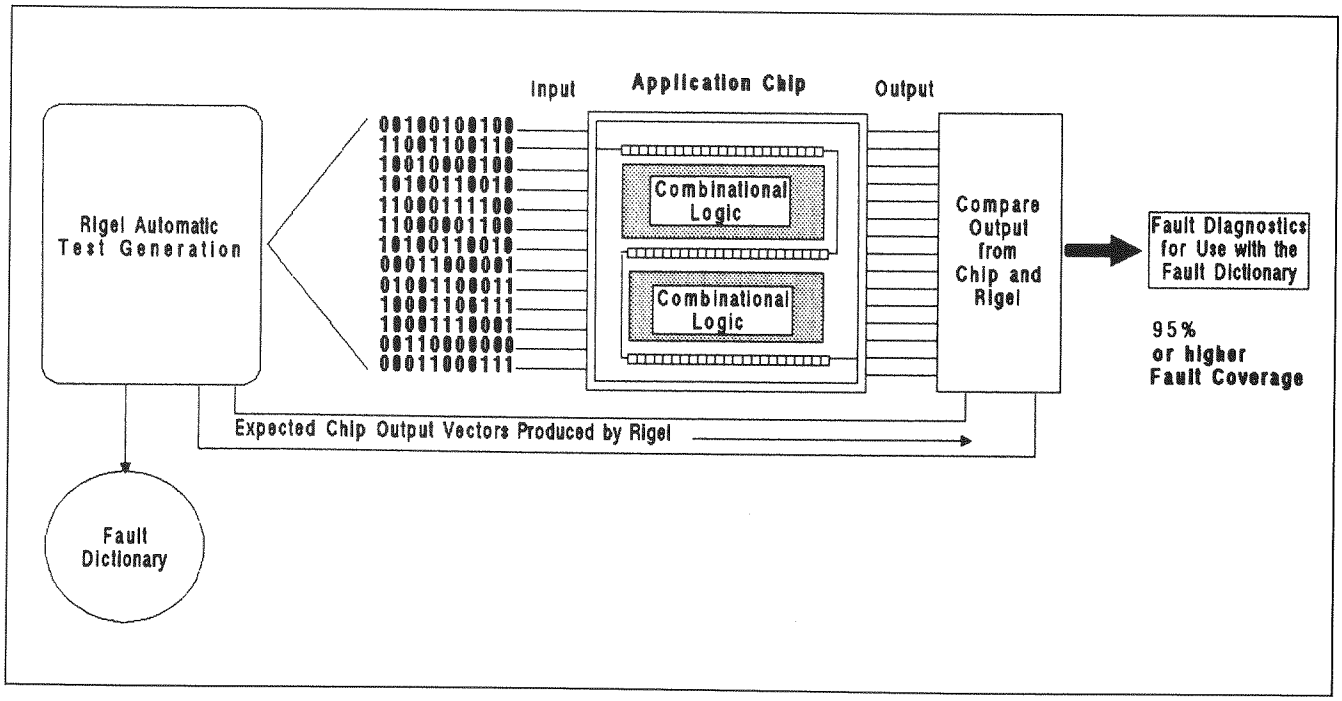


Fig. 11 - RIGEL è un programma che genera automaticamente configurazioni di prova. Per aumentare le possibilità di verifica, il chip può essere progettato con certi accorgimenti. È comunque spesso impossibile, in termini pratici, realizzare prove esaustive.

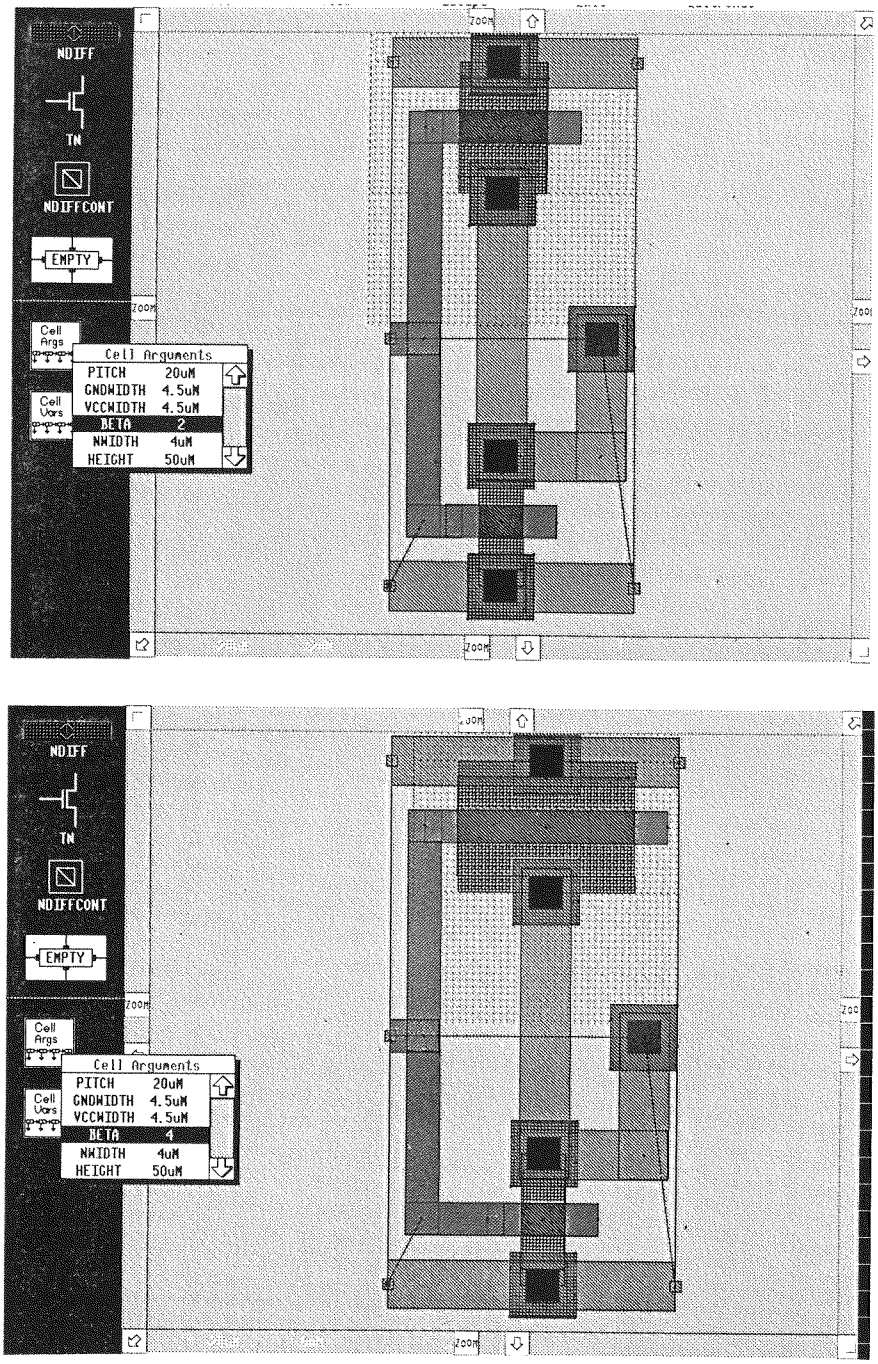


Fig. 12 - MODULE EDITOR è un programma usato per creare moduli funzionali con ampia flessibilità. Ci si avvale, allo scopo, di primitive, come fili di collegamento, transistori, contatti (*vedi le "finestre" sulla sinistra dello schermo*). Il programma consente di generare facilmente nuovi layout. Nell'esempio di figura, il circuito *in alto* viene, con semplici indicazioni, modificato in quello *in basso,* in cui uno dei transistori è stato potenziato, preservando automaticamente le relazioni geometriche richieste.

In questa area gli sviluppi più incisivi si sono avuti negli strumenti di posizionamento automatico dei componenti circuitali e di tracciamento delle loro interconnessioni.

Il nostro attuale sistema CAD comprende cinque tipi di strumenti di tracciatura. Essi supportano diversi stili di progettazione fisica che fanno uso di "gate array", di celle standard e di celle generalizzate con geometria variabile a piacere.

Un "gate array" è un circuito integrato in cui la geometria interna, ossia gli strati interni del dispositivo, sono predefiniti e preprocessati.

Il progetto di un gate array consiste quindi solo nel definire e tracciare i percorsi dei conduttori metallici che conferiscono al circuito una particolare funzione mediante la connessione di componenti elettronici già predisposti. Le celle standard sono dei blocchi circuitali predefiniti di dimensioni uniformi.

Il progetto fisico di un circuito integrato mediante celle standard consiste invece nella selezione delle celle standard richieste, nella loro disposizione in righe sul chip e nel tracciamento delle interconnessioni tra le celle.

Anche il progetto fisico con celle generalizzate fa uso di celle prestabilite, ma le celle possono variare come dimensioni. Il circuito finito è dunque un mosaico di celle, ma senza la regolarità che caratterizza sia i "gate-array" sia i circuiti a base di celle standard.

Il più noto tra gli strumenti di tracciamento è il sistema CALMA della General Electric, in uso da più di un decennio. CALMA consente al pro-

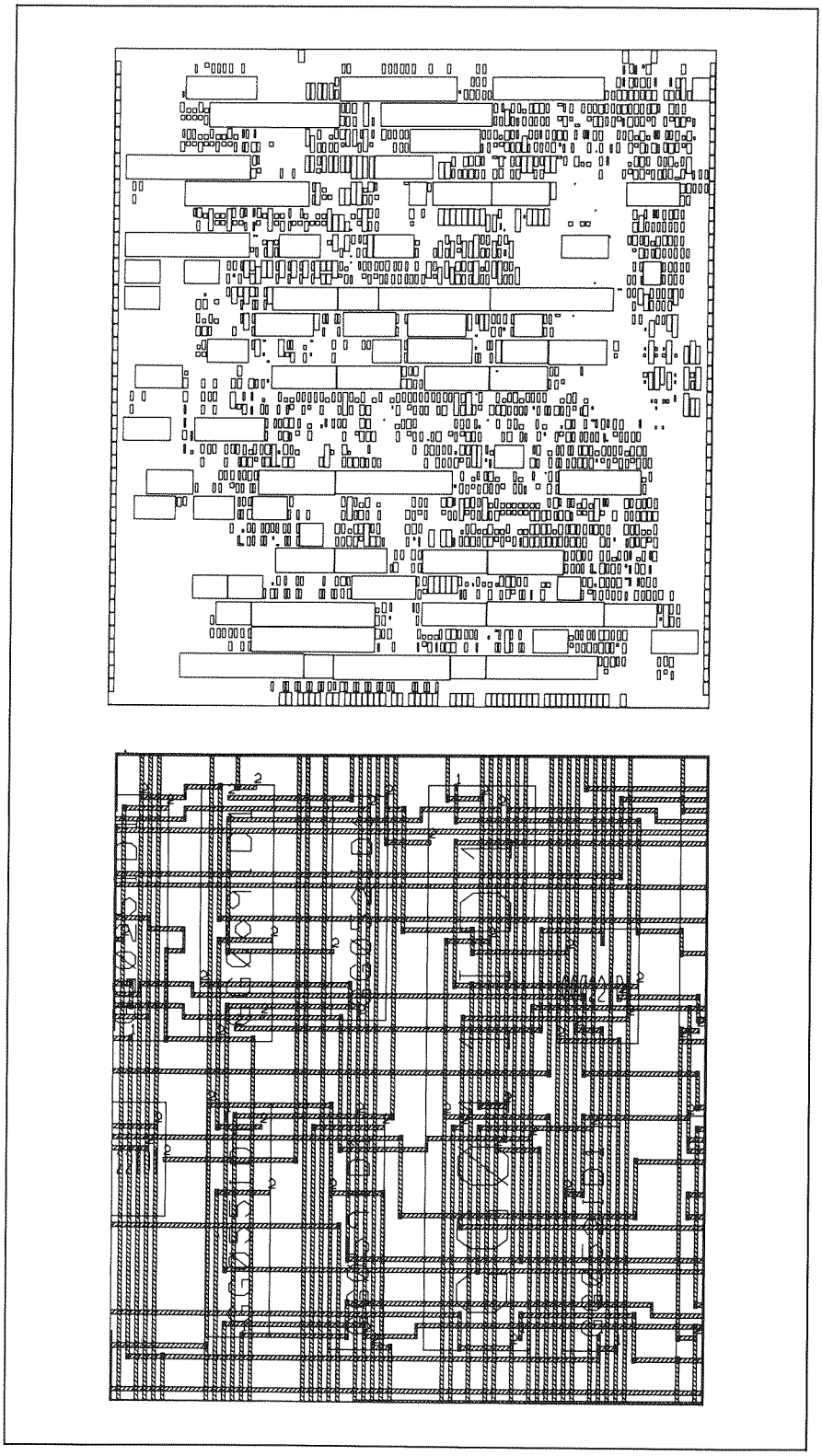


Fig. 13 - CADISYS è un programma usato per la personalizzazione di "gate arrays". La figura mostra, *in alto*, un dispositivo prima di tale operazione (i rettangoli più piccoli sono singole porte logiche, mentre quelli più grandi sono dei registri), e, *in basso* una piccola porzione del dispositivo coi percorsi definiti in base agli algoritmi di tracciamento di CADISYS.

gettista di disegnare transistori o altri elementi circuitali con forme geometriche prestabilite.

Uno strumento di tracciamento della prossima generazione è MODULE EDITOR, sviluppato dalla Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC).

Poiché le primitive di MODULE EDITOR sono correlate a tavole di regole di progetto, i disegni possono essere automaticamente modificati in scala semplicemente cambiando una regola del progetto.

MODULE EDITOR consente inoltre di definire relazioni tra elementi del disegno con semplici dichiarazioni del tipo if-then-else (se, allora, altrimenti). Ciò rende possibile definire configurazioni generiche che sviluppano automaticamente molteplici variazioni di uno stesso blocco funzionale. Per esempio, l'utente può creare generatori per memorie RAM, ROM, per reti logiche programmabili, e per blocchi funzionali (Fig. 12).

CADISYS, sviluppato dalla società Mentor Graphics è un programma

di allocazione e tracciamento per "gate-array".

Esso gira sulle stazioni di lavoro Apollo ed è integrato in modo flessibile con la base di dati Mentor.

CADISYS è usato per definire gli strati metallici che personalizzano i nostri gate-array di tipo VHSIC Submicron (Fig. 13).

Per il progetto dei gate-array facciamo anche uso del programma MERLYNG della Tektronics, che gira sia sulle stazioni di lavoro Apollo che su MicroVAX.

Per il progetto di circuiti integrati con celle standard viene invece usato il sistema CADICELL della Mentor Graphics che stiamo sperimentando e valutando in alternativa ad altri strumenti di progetto a celle standard.

Il sistema HONDA, sviluppato dalla Small Computer Product Division della Honeywell, si è dimostrato il nostro strumento di progettazione fisica dotato di maggiore flessibilità.

Diversamente dagli altri strumenti di tracciatura esso può gestire blocchi costruttivi di forma arbitraria.

SPIDER è un "pianificatore di aree" sviluppato dal Computer Sciences Center e a cui noi abbiamo aggiunto un certo numero di funzionalità.

Questo strumento consente all'utente di suddividere il disegno di un circuito integrato in blocchi più piccoli, programmare la loro disposizione e valutare lo spazio necessario per tracciare le connessioni tra di essi. I singoli blocchi possono essere un miscuglio di macrocelle CALMA, blocchi generati automaticamente dai sistemi di progetto a gate array o celle standard o da MODULE EDITOR.

In breve, SPIDER costituisce un mezzo per pianificare la collocazione e il tracciamento di un disegno costituito interamente di blocchi la cui struttura interna può essere definita rapidamente (Fig. 14).

Questo approccio di progetto, che abbiamo definito "Metodologia di progetto gerarchica a modo misto," è assai promettente in termini di riduzione dei tempi di progettazione.

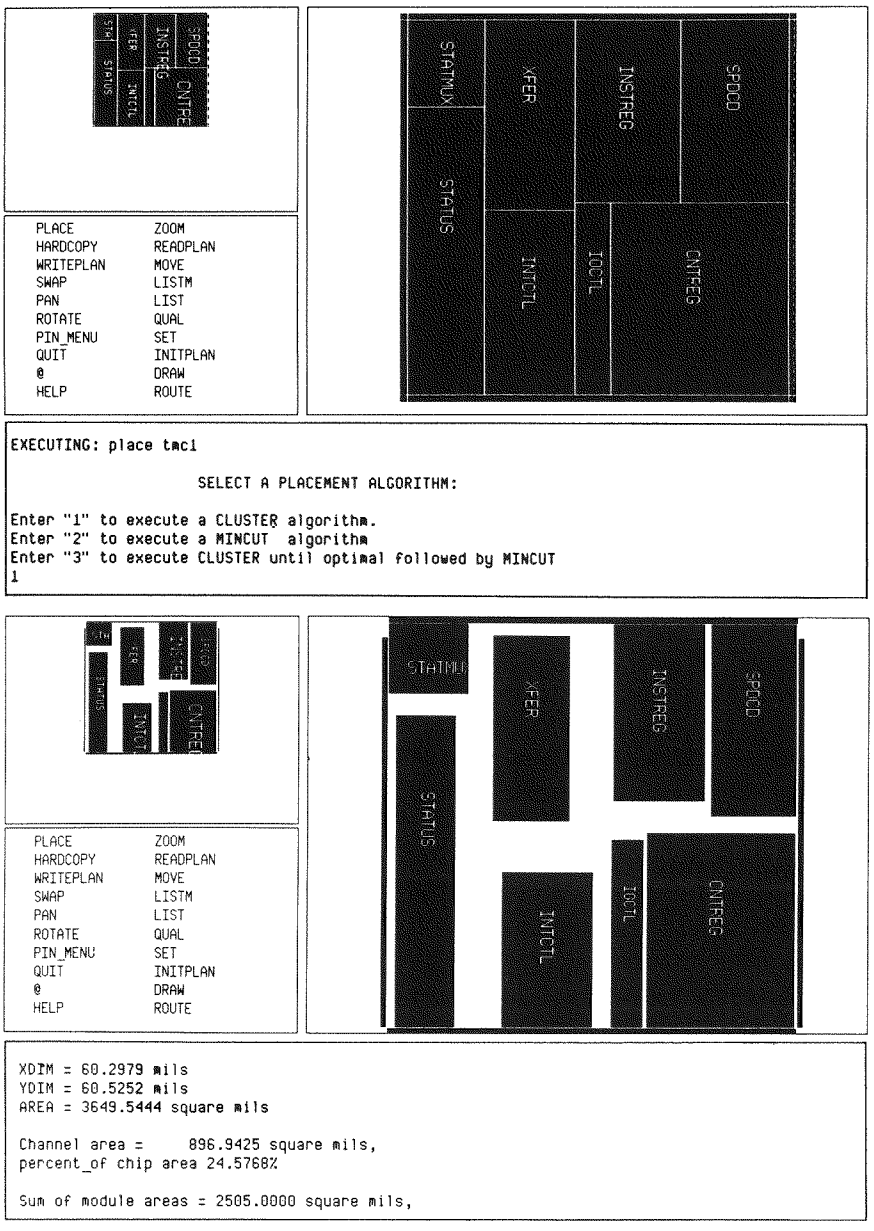


Fig. 14 - Il programma SPIDER è usato per la "pianificazione" dell'area del chip. Partendo dalle descrizioni funzionali e dalle dimensioni stimate dei blocchi costituenti (*in alto*), il programma dispone i blocchi in modo da minimizzare la lunghezza delle interconnessioni. Viene così definita la mappa del dispositivo (*in basso*).

SPIDER e alcuni altri dei nostri strumenti sono intrinsecamente dei veri "compilatori di silicio".

Molti dei cosiddetti "compilatori di silicio" disponibili sul mercato sono programmi che possono richiamare insiemi di generatori di moduli. Essi disegnano le configurazioni automaticamente ma solo partendo da schemi introdotti manualmente.

MIMOLA, SPIDER e gli strumenti di tracciamento automatico, per contrasto, possono utilizzare come informazione di ingresso anche soltanto una descrizione funzionale.

8 - La verifica delle prestazioni.

A disegno completato, le prestazioni delle celle, macrocelle, blocchi e dell'intero circuito vengono verifica te con un'analisi. Ad ogni livello della gerarchia di progetto fisico, gli strumenti di verifica delle prestazioni sono usati per estrarre dal disegno informazioni relative ai dispositivi e alle loro interconnessioni.

Queste informazioni sono poi usate da strumenti analitici per costruire modelli di simulazione più accurati di quelli usati in precedenza nel corso della progettazione.

Il generatore SPICENET, prodotto dalla National Computing Associates, estrae automaticamente un modello dalla base di dati delle geometrie. Insieme a strumenti di estrazione di parametri, esso produce un modello che include le capacità parassite tra dispositivi e le capacità e le resistenze delle interconnessioni.

SPICENET è generalmente usato per la generazione di modelli per percorsi circuitali che la precedente analisi effettuata con DAS aveva indicato come potenzialmente suscettibili di causare ritardi inaccettabili.

EPE e EPARM sono strumenti di estrazione di parametri. Essi ricevono i dati di ingresso dal sistema CALMA e la loro uscita è costituita da informazioni parametrizzate come la lunghezza di percorso in ogni strato metallico e la capacità di ingresso o uscita di ogni porta logica.

Queste informazioni sono elaborate da WIRES e da LOADS.

Quest'ultimo le usa per calcolare i ritardi introdotti dalle diverse porte logiche per una simulazione basata sul tempo e per l'analisi statica delle temporizzazioni.

WIRES è un programma sviluppato dalla Honeywell per calcolare i ritardi introdotti dai collegamenti. WIRES estrae le informazioni utili sia dagli strumenti di tracciatura sia dagli strumenti di estrazione parametri, le organizza in accordo con la lista descrittiva di rete a livello di porta logica e le trasferisce al programma LOADS.

9 - La verifica del "layout"

Gli strumenti di verifica del disegno del circuito integrato, o con terminologia anglosassone del "layout", sono usati ripetutamente nel corso della progettazione per verificare celle, macrocelle, blocchi funzionali e l'intero chip.

Vi sono essenzialmente tre fasi nella verifica del layout.

Il verificatore delle regole di progetto identifica violazioni di regole che specificano caratteristiche come la distanza minima tra conduttori metallici, la dimensione minima di conduttori, e la sovrapposizione minima tra metallo e contatti o vie.

Il verificatore delle regole elettriche identifica dispositivi e transistori impropriamente connessi come, per esempio, dispositivi privi di collegamento con l'alimentazione o la massa.

Il verificatore confronta il layout con lo schema logico originale e segnala ogni possibile discrepanza.

I pacchetti software di verifica del layout hanno una capacità di estrazione di dati enorme.

Essi possono essere usati per contare il numero di volte che uno stesso elemento circuitale è usato nel progetto, informazione che consente di stimare in anticipo la resa di produzione del chip.

YAT, uno strumento di analisi della resa, sviluppato dalla National Computing Associates, ci può dire esattamente quanta è l'area attiva del chip, quanto metallo vi è in ogni strato metallico, quanti sono i contatti e quante le vie di ogni tipo, quante sono le zone metalliche con spaziatura critica e l'area totale di sovrapposizione di strati metallici. Come procedura normale vengono prodotti dei chip di prova che includono un ventaglio di elementi circuitali. Il programma YAT stabilisce correlazioni tra la densità di difetti osservati sui chip di prova e il numero di elementi del chip in progetto e ne deriva una stima di resa produttiva per il nuovo progetto.

Questo strumento è usato estensivamente nei nostri programmi di sviluppo VHSIC.

10 - La generazione delle maschere

L'ultimo passo del progetto consiste nello sviluppo delle informazioni necessarie per la generazione delle maschere da usare nel processo produttivo. Tre strumenti sono usati per comandare le apparecchiature di tracciamento delle maschere e un ultimo strumento è usato per prepare i dati di progetto ai fini dell'archiviazione.

Il nome dei primi tre strumenti è: "Mask Data Preparation", FRACT e KLARIS.

Mask Data Preparation e FRACT sono programmi per la generazione di figure che scompongono figure più complesse, come i poligoni definiti sulla base di dati del CALMA, in rettangoli più piccoli, tutti disposti secondo le stesse coordinate ortogonali, che un sistema di tracciamento a pennello elettronico è in grado di trattare.

Poiché anche la più piccola particella di polvere può provocare difetti delle maschere, queste devono essere ispezionate e, se necessario, riparate prima dell'uso.

Tradizionalmente l'ispezione delle maschere è stata eseguita manualmente; con l'introduzione del sistema KLARIS, questa operazione viene eseguita automaticamente confrontando le caratteristiche delle maschere con le informazioni contenute nella base di dati CALMA.

L'ultimo strumento è il programma EDIF che organizza e converte i dati elettronici in un formato standard suscettibile per impiego con sistemi CAD diversi.

Una ragione fondamentale per orientarsi verso l'archiviazione di

dati in un formato che di fatto sta emergendo come standard industriale è quella di acquistare un ragionevole grado di indipendenza dai fornitori di strumenti CAD, e di poter facilmente utilizzare le informazioni già sviluppate in nuove apparecchiature.

Per esempio, la Honeywell ha affidato lo sviluppo di un nuovo e avanzato sistema CAD alla Microelectronics and Computer Technology Corporation. Questo sistema sarà disponibile alla fine degli anni 80, ed è concepito per accettare informazioni espresse da EDIF, così come da altri linguaggi standard di descrizione hardware o di specificazione di prove.

11 - Conclusione

Non tutti i componenti del nostro sistema CAD sono completamente operativi ma possiamo dire di disporre di un nucleo organico di strumenti che viene usato estensivamente.

Abbiamo strutturato un sistema in grado di gestire ed effettuare il progetto di circuiti integrati di altissima velocità e scala di integrazione, che per alcuni aspetti può considerarsi tra i più avanzati ed esclusivi oggi esistenti. Tra questi aspetti occorre menzionare la capacità di modellare interi sistemi mediante reti di Petri (sistema ADAS), la sintesi iterativa di descrizioni hardware ottimali (MIMOLA), l'impiego di analisi di temporizzazione statica per assicurare che i circuiti operino correttamente (DAS), la generazione automatica di vettori di prova per circuiti con percorso di scansione (RIGEL), l'uso di una programmazione delle aree (SPIDER) e la stima accurata della resa dei progetti (YAT).

Se questo è stato possibile lo si deve fondamentalmente alla capacità di utilizzare le esperienze metodologiche e di progettazione sistemistica sviluppate dalle divisioni della Honeywell che si occupano di calcolatori.

ATLAS: un sistema per l'automazione delle biblioteche

M.B. BALDACCI,* O.G. MANCINO,** R. SPRUGNOLI***

1. Introduzione

Ciascuna Università degli Studi possiede numerose biblioteche con una consistenza libraria variabile da alcune centinaia a molte migliaia di documenti (libri, riviste, ecc.).

Alcune biblioteche sono ben organizzate, altre sono semplicemente fondi librari. Quasi tutte dispongono di cataloghi per autore, raramente compilati secondo le regole italiane di catalogazione per autore [1]. Alcune dispongono di cataloghi per soggetto, normalmente compilati secondo le proprie esigenze didattiche e scientifiche.

La gestione dei periodici è varia. Rari sono i cataloghi che abbracciano l'intera Università.

La regolamentazione del prestito varia nell'ambito della stessa Università tra le diverse strutture (Istituto, Dipartimento, ecc.).

Le interazioni tra le biblioteche sono minime.

In considerazione di quanto sopra, il Consiglio di Amministrazione dell'Università di Pisa, il 5 novembre 1982, ha approvato all'unanimità lo sviluppo di un sistema per l'automazione delle biblioteche, che [2] è stato progettato e realizzato a Pisa nel periodo Nov. 1982 - Giu. 1986, con il nome ATLAS (AThenaeum Library Automation System).

2. Caratteristiche generali

L'ATLAS consiste di cinque sottosistemi (applicazioni) per lo svolgimento delle principali attività biblioteconomiche: nuove accessioni, catalogazione, recupero delle informazioni, gestione di prestiti e controllo dei periodici.

Le procedure automatizzate e gli archivi elettronici su cui operano non riflettono necessariamente le procedure manuali e gli archivi cartacei corrispondenti, ma sono tali da non stravolgere il lavoro dei bibliotecari.

Inoltre, per ragioni di continuità e sicurezza, gli archivi cartacei vengono aggiornati automaticamente in concomitanza con gli archivi elettronici.

Tali archivi possono essere collettivi o locali, i primi contenenti dati riguardanti più di una biblioteca, i secondi dati riguardanti una sola biblioteca.

Un sistema per la gestione di basi di dati provvede alla descrizione, creazione, manutenzione ed utilizzo dei dati negli archivi.

Il linguaggio di programmazione è l'Advanced COBOL [3], un sottoinsieme dell'American National Standard COBOL. Esso supporta il database management system DM6 I-D-S/II [4,5], che implementa parzialmente le specifiche CODASYL 1975.

Il software ATLAS è schematizzato in figura 1.

I programmi vengono eseguiti su un microsystem Honeywell 6/20 o su un minicomputer Honeywell DPS6, utilizzati come elaboratori periferici intercomunicanti attraverso un elaboratore centrale Honeywell DPS8 o IBM 43XX, e collegati a stazioni di lavoro installate presso le diverse biblioteche.

Lo schema di questa rete è rappresentato nella figura 2.

L'organizzazione illustrata offre i seguenti vantaggi:

- possibilità di centralizzare o distribuire le risorse in funzione delle esigenze;
- modularità e flessibilità del sistema elettronico;
- maggiore efficienza ed affidabilità dei servizi di biblioteca.

Gli elaboratori periferici sono dimensionati in modo da gestire un gruppo di biblioteche in completa autonomia.

L'elaboratore centrale viene utilizzato per elaborazioni di tipo generale, per smistare messaggi e come nodo di una rete più vasta. È normalmente l'elaboratore dell'amministrazione dell'Università.

Ogni stazione di lavoro è costituita da un personal computer con stampante grafica. Sono stati scelti personal computer anziché terminali per i seguenti motivi:

- necessità di usare un set esteso di caratteri (lettere minuscole e maiuscole di diversi alfabeti, cifre, segni aritmetici, caratteri speciali, ecc.);
- possibilità di inserire fuori-linea il "posseduto" anche in biblioteche

(*) IEI - CNR, Pisa
(**) Università degli Studi, Pisa
(***) Università degli Studi, Padova

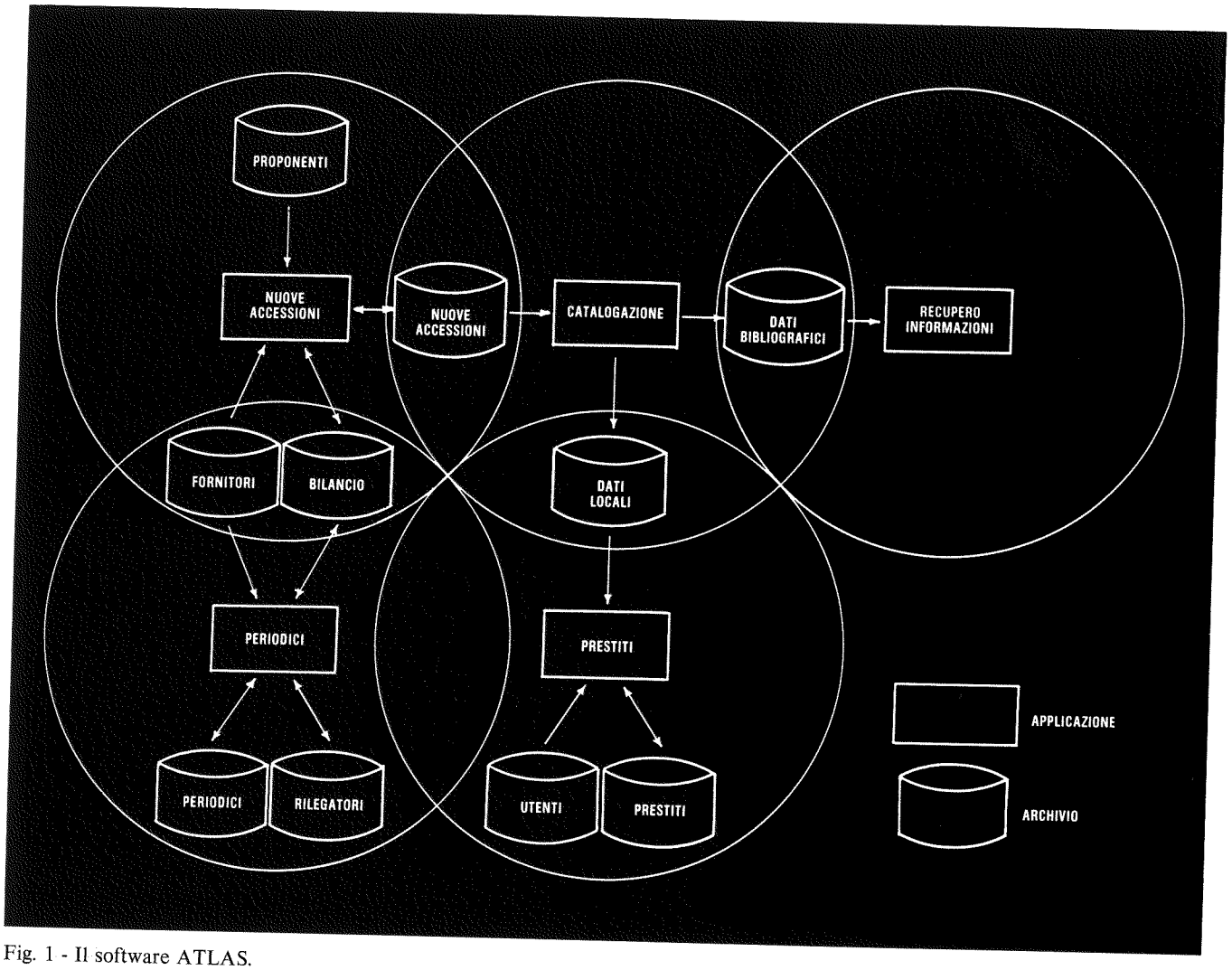


Fig. 1 - Il software ATLAS.

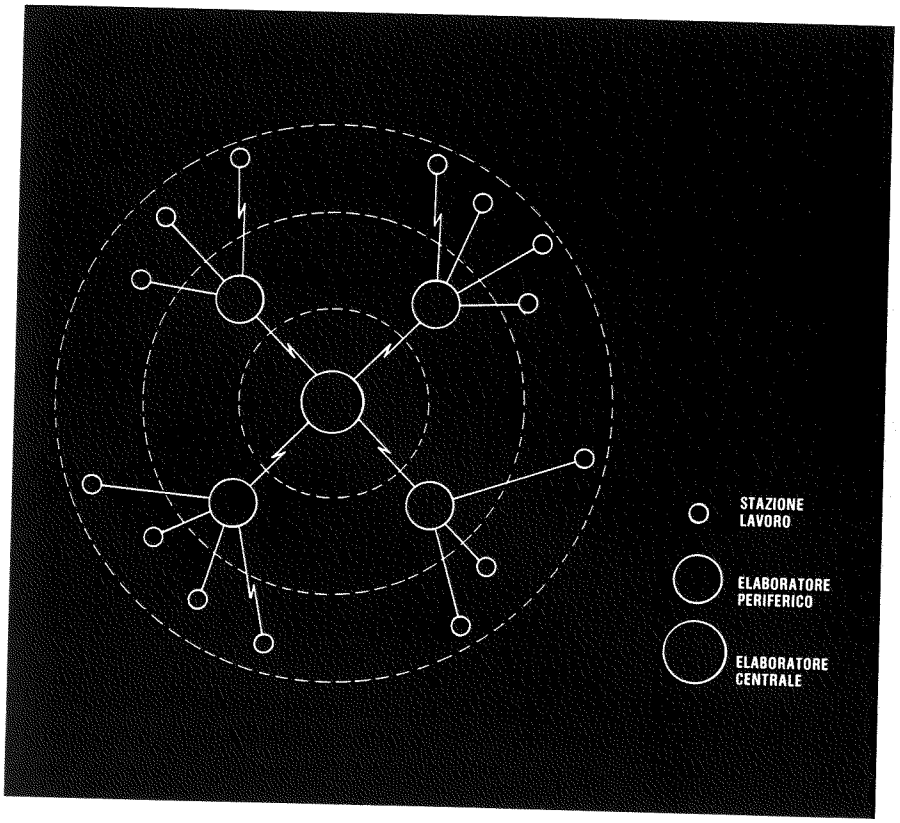


Fig. 2 - La rete ATLAS.

ATLAS
APPLICAZIONI DEL SISTEMA

1. NUOVE ACCESSIONI
2. CATALOGAZIONE
3. RECUPERO DELLE INFORMAZIONI
4. GESTIONE DEI PRESTITI
5. GESTIONE DEI PERIODICI

ATLAS
FUNZIONI DELL'APPLICAZIONE DELLE NUOVE ACCESSIONI

1. RICHIESTA DI DOCUMENTI
2. REGISTRAZIONE DEGLI ARRIVI
3. FATTURAZIONE ED INVENTARIO
4. AGGIORNAMENTO
5. SOLLECITI
6. ELENCHI
7. INFORMAZIONI
8. GESTIONE DEL BILANCIO
9. STAMPA DI LETTERE ED AVVISI

ATLAS
FUNZIONI DELL'APPLICAZIONE PER LA CATALOGAZIONE

1. CATALOGAZIONE IN LINEA DI DOCUMENTI REGISTRATI COME NUOVE ACCESSIONI
2. CATALOGAZIONE IN LINEA DI DOCUMENTI NON REGISTRATI COME NUOVE ACCESSIONI
3. CANCELLAZIONE DI UN DOCUMENTO NON PIÙ DISPONIBILE
4. MODIFICA DI RECORDS CATALOGRAFICI
5. GESTIONE DELL'AUTHORITY FILE
6. CATALOGAZIONE FUORI LINEA

ATLAS
FUNZIONI DELL'APPLICAZIONE PER IL RECUPERO DELL'INFORMAZIONE

1. RICERCA PER AUTORE
2. RICERCA PER TITOLO
3. RICERCA PER COLLANA
4. RICERCA PER SOGGETTO
5. RICERCA PER AUTORE E TITOLO
6. RICERCA PER AUTORE E SOGGETTO
7. RICERCA PER ISBN/ISSN
8. RICERCA PER CLASSIFICAZIONE
9. RICERCA PER LUOGO
10. RICERCA DI DOCUMENTO FISICO
11. ELENCHI

ATLAS
FUNZIONI DELL'APPLICAZIONE PER I PRESTITI

1. GESTIONE DEGLI UTENTI
2. RICHIESTE DI PRESTITO
3. RESTITUZIONE DI PRESTITO
4. RICHIESTA DI PRENOTAZIONE
5. SOLLECITO DI PRESTITI SCADUTI
6. RINNOVO DI PRESTITI
7. SMARRIMENTO O RITROVAMENTO DI DOCUMENTI
8. RICHIESTA E RESTITUZIONE PER CONSULTAZIONE IN LOCO
9. INFORMAZIONI
10. STATISTICHE
11. STAMPA DI LETTERE ED AVVISI

ATLAS
FUNZIONI DELL'APPLICAZIONE PER IL CONTROLLO DEI PERIODICI

1. REGISTRAZIONE DEI NUMERI RICEVUTI
2. SOLLECITO DEI FASCICOLI IN RITARDO
3. RINNOVO DEGLI ABBONAMENTI
4. REGISTRO DELLE FATTURE
5. CESSAZIONE DEI PERIODICI
6. AGGIORNAMENTO DELLA BASE DI DATI
7. RILEGATURA DEI VOLUMI
8. SITUAZIONE DI UN PERIODICO
9. RECUPERO DELLE INFORMAZIONI
10. IMPORTO DEGLI ABBONAMENTI
11. REGISTRAZIONE DI NUOVI PERIODICI
12. ELENCHI
13. STAMPA DI LETTERE ED AVVISI

Figg. 3 ÷ 8 - Menu per la selezione delle funzioni.

non ancora collegate al sistema automatizzato [6].

Fra i tanti personal computers presenti sul mercato, sono stati scelti l'Olivetti M24, l'Honeywell PC Superteam, l'IBM PC, compatibili fra loro.

3. Interazione utente-sistema

Si realizza con la tecnica dei "menù". Quando l'utente si collega al sistema, sul video del personal computer appare l'elenco (menù iniziale) delle applicazioni possibili; l'utente sceglie allora l'applicazione desiderata digitando il codice corrispondente nel menù.

La seconda videata visualizza l'elenco (menù di scelta) delle funzioni eseguibili in quell'applicazione.

L'utente digita il codice corrispondente alla funzione scelta.

Parte quindi la procedura selezionata e durante il suo svolgimento possono apparire sul video menù più dettagliati o semplici domande.

Eseguita la funzione, l'utente può digitare il codice di un'altra funzione della stessa applicazione, e così via.

Per chiamare funzioni di un'altra applicazione, l'utente richiama il menù iniziale.

Al termine della seduta, l'utente interrompe il collegamento col sistema.

Le figure 3-8 mostrano il menù iniziale ed i menù di scelta dell'ATLAS.

4. La struttura concettuale del sistema

Come già osservato, abbiamo distinto nel sistema di automazione un elaboratore centrale e parecchi elaboratori periferici, ciascuno dei quali è collegato a stazioni di lavoro dislocate presso le diverse biblioteche universitarie. Ogni elaboratore periferico contiene un catalogo collettivo (cioè un catalogo comune a tutte le biblioteche collegate all'elaboratore) e parecchi archivi locali, relativi alle diverse biblioteche. L'elaboratore centrale connette fra loro gli elaboratori periferici e smista le interrogazioni inter-bibliotecarie sull'elaboratore più appropriato.

Il prototipo da noi sviluppato è basato sul concetto di base di dati non distribuita, e cioè relativo ad un solo elaboratore periferico; questa limitazione è stata scelta espressamente per evitare tutti i problemi di trasmissione e la distribuzione di archivi tra i diversi elaboratori dell'intero sistema. Seguendo il concetto delle basi di dati relativo all'integrazione degli archivi abbiamo raccolto tutti gli archivi locali dello stesso tipo in un unico archivio globale, adottando la seguente terminologia:

a) un archivio collettivo (o "entità collettiva") è un archivio (o entità), i cui record (o elementi) sono riferiti genericamente a tutte le biblioteche del sistema (cioè non a singole biblioteche). A questo tipo appartengono gli archivi e le entità che contengono la descrizione logica dei documenti; come vedremo più avanti, ed in particolare nella sezione 5, le diverse biblioteche possono usare soggetti diversi per lo stesso documento e pertanto l'archivio risultan-

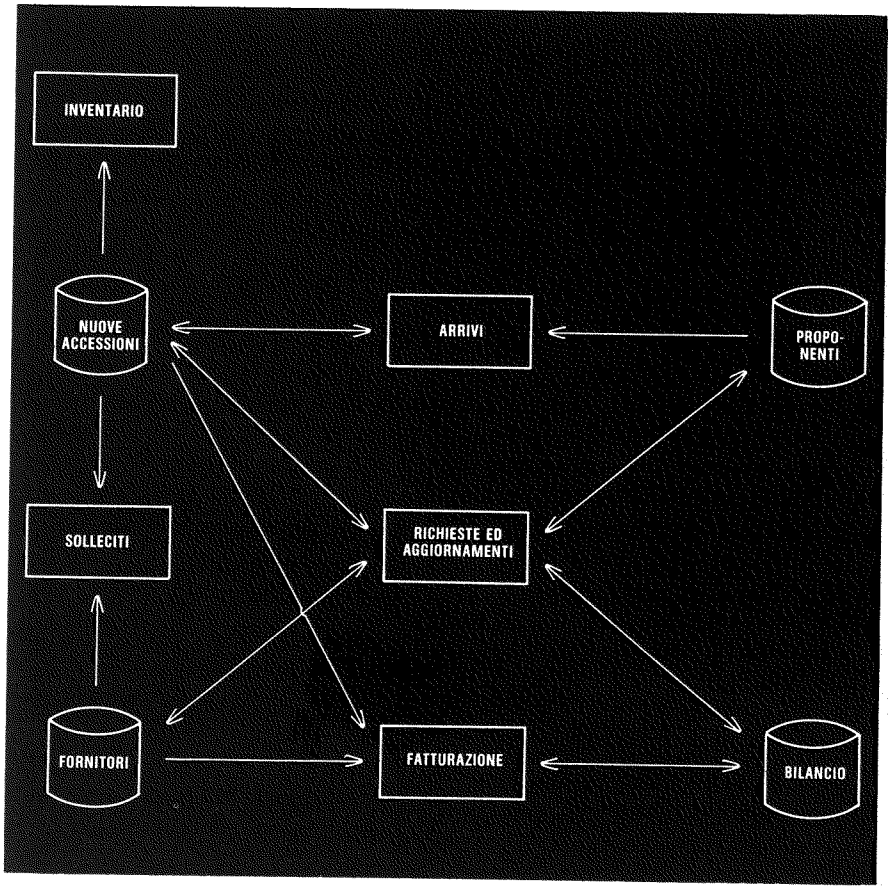


Fig. 9 - Sottosistema delle nuove accessioni.

te è "globale" nel senso che chiariremo ora;

b) un "archivio globale" (o "entità globale") è un archivio (o entità), i cui record (od elementi) si riferiscono tutti ad una determinata biblioteca, ed è pertanto un archivio specifico della biblioteca. Esempi di questo tipo di archivio sono le nuove accessioni, i prestiti e la descrizione fisica dei documenti. Per "descrizione fisica" di un documento si intende l'insieme delle informazioni su un documento in quanto oggetto fisico, ad esempio il suo numero di inventario ed il suo numero di posizione negli scaffali.

Ogni descrizione logica di un documento può ramificarsi in parecchie descrizioni fisiche, una per ogni copia del documento nelle diverse biblioteche.

Nelle figure 9, 10 e 11 sono rappresentati gli schemi concettuali su cui si basano sia la base dei dati, sia le applicazioni (sottosistemi), e sono evidenziati i collegamenti tra funzioni e entità. Queste figure dettagliano la figura 1, secondo il nostro approccio descrittivo dal generale al particolare.

4.1. La struttura concettuale dei sottosistemi

La figura 9 mostra la struttura concettuale del sottosistema delle nuove accessioni.

Quando il bibliotecario acquista un nuovo documento, l'elaboratore ricerca la sua descrizione logica nel catalogo collettivo e nell'archivio delle nuove accessioni. Se il documento esiste già, egli decide se confermare od annullare l'acquisizione. Nel primo caso, il sistema introduce le nuove informazioni nell'archivio ed emette una lettera d'ordine per il fornitore. Il sistema è in grado di gestire anche le donazioni e gli scambi mediante apposite funzioni. Viene aggiornata automaticamente la situazione della biblioteca e sono stampate le lettere di sollecito, o di annullamento, per documenti troppo in ritardo.

All'arrivo di un nuovo documento (accompagnato normalmente dalla relativa fattura), occorre eseguire determinate funzioni. La fattura viene registrata nella base dei dati ed il saldo contabile viene nuovamente aggiornato, in quanto il prezzo registrato inizialmente era solo approssimato, soprattutto per i libri stranieri; viene segnalata ogni anomalia e preparata una lettera di pagamento per il fornitore assieme alla disposizione di pagamento per gli uffici amministrativi dell'Università. La funzione di catalogazione viene eseguita solo per i documenti non ancora inclusi nel catalogo collettivo, come si vedrà tra poco.

La figura 10 è lo schema dei sottosi-

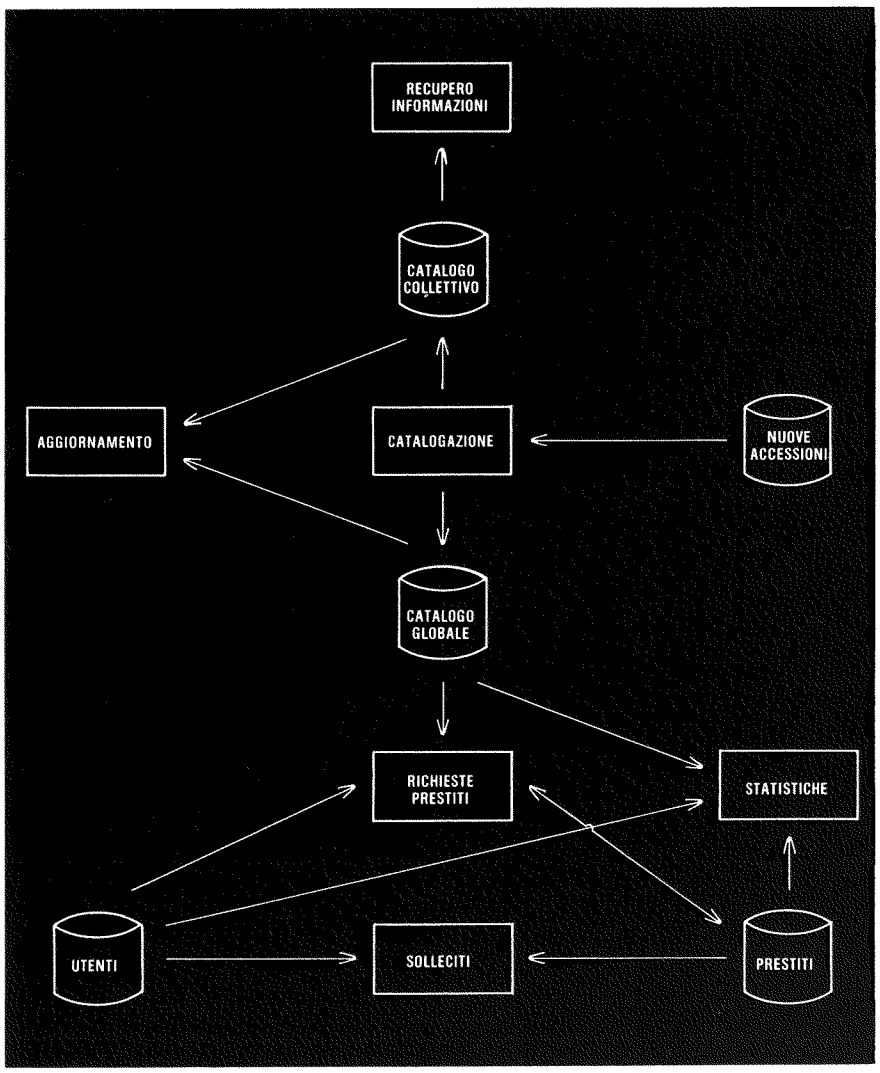


Fig. 10 - Sottosistemi di catalogazione, recupero informazioni e prestiti.

stemi di catalogazione, recupero delle informazioni e prestiti.

Può accadere che il bibliotecario desideri catalogare un documento già presente in biblioteca ma non nella base dei dati, o un documento appena acquistato. Nel primo caso deve svolgere l'intera procedura, a differenza del secondo caso, in cui esiste già nella base dei dati una descrizione parziale del documento. Normalmente si deve integrare questa descrizione con autori secondari, titolo originale delle traduzioni, codice di classificazione e così via. Con la funzione di catalogazione si forniscono anche i soggetti da utilizzare per la ricerca delle informazioni (information retrieval). Si determinano infine, per ogni documento fisico, il numero di inventario ed il numero di ubicazione negli scaffali. Il sottosistema dispone inoltre di funzioni per la correzione di errori fisici e logici verificatisi durante la catalogazione, e per l'annullamento delle descrizioni di documenti eliminati. Si possono ottenere periodicamente liste di documenti, ordinati per autore, titolo od argomento, da distribuire agli utenti (ad esempio i professori).

Strettamente connesso al sottosistema di catalogazione è il sottosistema di recupero delle informazioni, che utilizza gli stessi archivi; esso ricerca i documenti in base all'autore, al titolo, al codice di classificazione, al soggetto e ad altre caratteristiche, o ad una loro combinazione. Il sottosistema di recupero delle informazioni, utilizza soprattutto archivi collettivi (se si eccettua quello dei soggetti), dovendo fornire informazioni sulla disponibilità di documenti logici in qualsiasi biblioteca collegata all'elaboratore.

Il sottosistema dei prestiti utilizza invece la descrizione fisica dei documenti, ovvero archivi globali. Se un documento esiste in biblioteca, può essere prestato o solo consultato in loco; se esiste in un'altra biblioteca, l'utente viene informato. Il sottosistema utilizza un archivio globale degli utenti della biblioteca per controllare l'accesso e l'autorizzazione ai prestiti ed emette periodicamente liste di prestiti ed altre statistiche.

Il sottosistema del controllo dei periodici, schematizzato in figura 11, controlla l'arrivo di tutti i fascicoli, il rinnovo degli abbonamenti e la rilegatura dei volumi. A causa della periodicità dei fascicoli, il sistema è in grado di prevedere l'arrivo di ogni numero e quindi di calcolarne l'eventuale ritardo; quando il ritardo supera un valore minimo prestabilito, viene emessa automaticamente una lettera di sollecito per il fornitore. Pure automatica è l'emissione di lettere di abbonamento per nuovi volumi e di richiesta di rilegatura, non appena tutti i numeri di un volume sono arrivati.

Periodicamente, vengono stampati elenchi e cataloghi di riviste.

4.2. Schema concettuale della base dei dati

Per illustrare la struttura concettuale dei dati in gioco nel nostro sistema automatizzato, rappresentiamo ora lo schema generale della base dei dati, servendoci del Modello Entità-Relazioni. Per maggior chiarezza lo schema generale è stato suddiviso in tre sottoschemi: a) sottoschema delle nuove accessioni; b) sottoschema della catalogazione, del recupero delle informazioni e dei prestiti; c) sottoschema del controllo dei periodici. In effetti, mentre i sottoschemi della catalogazione e del recupero delle informazioni sono identici, il sottoschema dei prestiti contiene un'entità in più, gli utenti della biblioteca.

4.2.1. Sottoschema delle nuove accessioni

Confrontando il sottoschema delle nuove accessioni, illustrato in figura 12, con il sottosistema delle nuove accessioni di figura 9, si possono fare le seguenti considerazioni: gli archivi PROPONENTI, FORNITORI e BILANCIO sono diventati rispettivamente le entità PROPONENTI, FORNITORI e FONDI. L'archivio

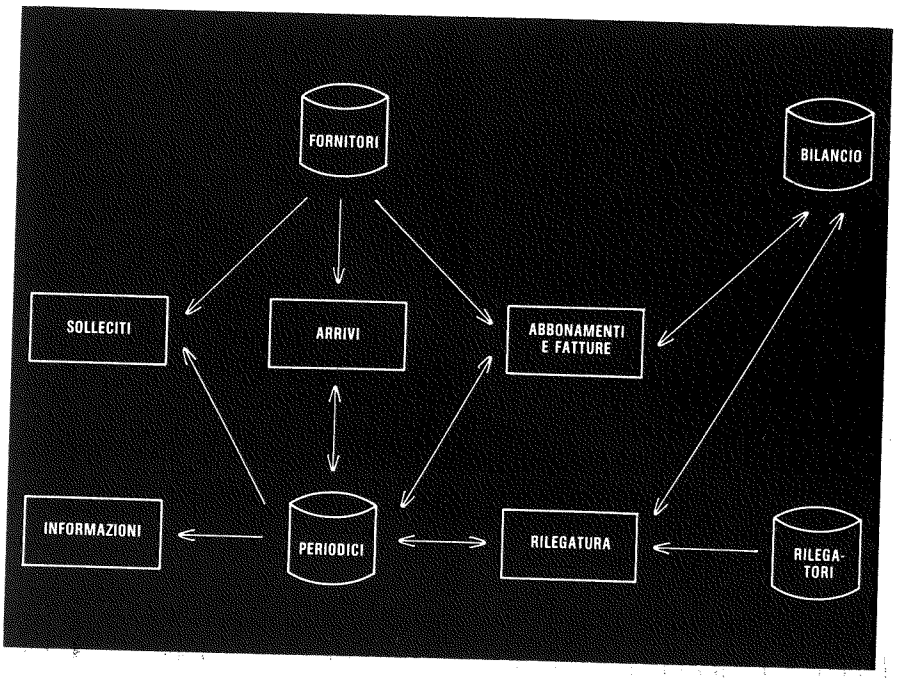
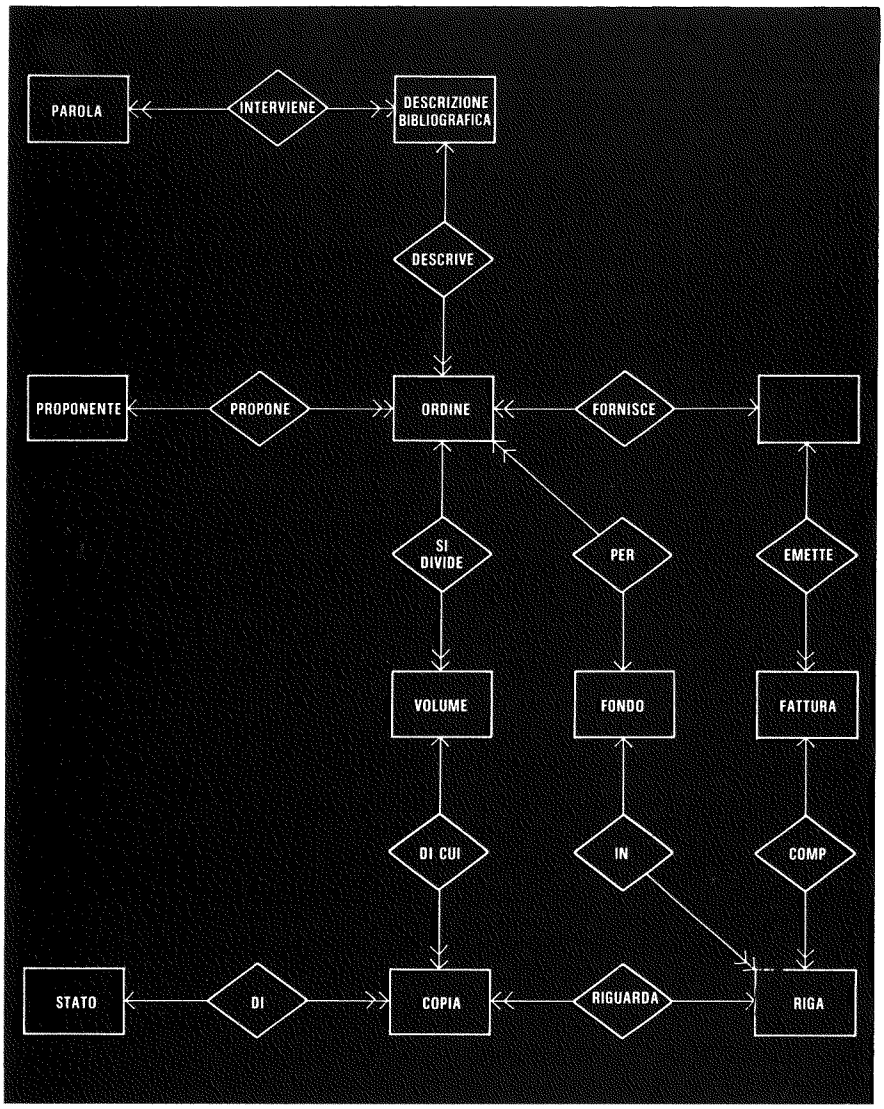


Fig. 11 - Sottosistema del controllo dei periodici.

Fig. 12 - Sottoschema delle nuove accessioni.



NUOVE ACCESSIONI è stato esploso nelle entità ORDINE, DESCRIZIONE BIBLIOGRAFICA, PAROLA, VOLUME, COPIA e STATO.

Infine sono state aggiunte le nuove entità FATTURA e RIGA (di fattura).

Tutte queste suddivisioni sono state dettate da due motivi principali:

a) la comodità di accedere ai documenti in base al titolo, o meglio, ad alcune sue parole chiave;

b) l'esigenza di tracciare iter amministrativi diversi per documenti richiesti in più copie e/o costituiti da più volumi.

In effetti, l'ordine al fornitore si riferisce sempre a un singolo documento, anche se il documento consiste di molti volumi e si vogliono più copie di ciascun volume. Ciò impone la gerarchia ORDINE - VOLUME - COPIA, valida anche nel caso di ordini di una sola copia di un solo volume. Le copie possono seguire, d'altra parte, percorsi amministrativi diversi, perché ad esempio qualche volume non è stato ancora pubblicato, o alcune copie non sono disponibili in tempi diversi. Per questo motivo ad ogni copia è assegnato uno "stato", che descrive la sua situazione amministrativa: in ordine, richiesto in omaggio, in ritardo, sollecitato, arrivato con o senza fattura, e così via. È così possibile accedere a tutte le copie che si trovano in un determinato stato, ad esempio tutte le copie in ritardo e da sollecitare.

Capita talvolta di dover accedere ad un documento tramite il suo "numero d'ordine"; spesso tuttavia il bibliotecario non è in grado di ricercare un documento con questo criterio, ad esempio quando intende chiedere un nuovo documento e deve quindi verificare se è già in ordine (da parte della stessa biblioteca o di un'altra biblioteca collegata al sistema), onde evitare l'ordinazione di copie inutili. In tali casi conviene accedere al documento in base al titolo contenuto nella descrizione bibliografica. Questa può essere incompleta od inesatta, a seconda dei dati che il proponente ha fornito al bibliotecario, ed è pertanto necessario ricercare documenti con titoli simili, ad esempio con un titolo contenente tutte le parole, tranne una, del titolo del documento richiesto. Si sono perciò estratte le parole contenute nella descrizione bibliografica dei documenti e si è creata la relazione n:m tra PAROLA e DESCRIZIONE BIBLIOGRAFICA.

Le fatture sono collegate al fornitore e possono consistere di più righe, ognuna riferita ad una o più copie di un solo ordine. Poiché il saldo con-

tabile di una biblioteca universitaria può essere composto di voci diverse (corrispondenti ai fondi stanziati per particolari progetti di ricerca), ogni riga della fattura deve essere riferita al fondo appropriato ed alla copia o copie in questione (non all'ordine specifico, poiché alcune copie o volumi potrebbero non essere disponibili, come si è notato in precedenza).

Desideriamo sottolineare che le entità STATO, PROPONENTE, FORNITORE, PAROLA e DESCRIZIONE BIBLIOGRAFICA sono entità collettive, riferite cioè a tutte le biblioteche collegate al sistema; con questo accorgimento si può evitare l'acquisto di doppioni. ORDINE, FATTURA e FONDO, sono invece entità globali ed ogni elemento è contraddistinto da un riferimento alla relativa biblioteca.

Anche RIGA, VOLUME e COPIA sono entità globali, ma il riferimento alla biblioteca è derivato dalle entità precedenti e non viene registrato in ogni elemento

4.2.2. Sottoschema di catalogazione

Il sottoschema della catalogazione, rappresentato in figura 13, è identico al sottoschema del recupero delle informazioni. Le diverse entità particolarizzano gli archivi CATALOGO COLLETTIVO e CATALOGO LOCALE della figura 10. La descrizione bibliografica dei documenti è contenuta nell'entità ISBD e viene registrata secondo le norme della "International Standard Bibliographic Description". La registrazione può essere fatta, secondo le esigenze, a tre livelli, collettivo, monografico ed analitico, che sono collegati all'entità BIBLIO dalla relazione LEGAME-LIVELLI.
BIBLIO contiene i dati formali della descrizione bibliografica di ogni documento o di ogni livello di descrizione del documento (data di pubblicazione, linguaggio originale, e così via); la relazione CODIFICA tra BIBLIO e ISBD è biunivoca. BIBLIO diventa così il fulcro di connessione di tutte le entità di accesso ad un documento:

a) AUTORE-PERS: entità degli autori personali;
b) AUTORE-COLL: entità degli autori collettivi, cioè Associazioni, Aziende, Partiti, ecc.;
c) TITOLO: entità dei titoli;
d) CODICE-CLASSIFICAZIONE: entità dei codici di classificazione, normalmente la classificazione decimale Dewey;
e) SOGGETTO: entità globale o collettiva dei soggetti;
f) LUOGO: entità dei luoghi geografici di pubblicazione delle riviste, dei simposi, ecc.;
g) ISBN/ISSN: entità degli International Standard Book Number o International Standard Serial Number.

Come si è osservato nella precedente sezione, conviene accedere ad un documento tramite le parole del ti-

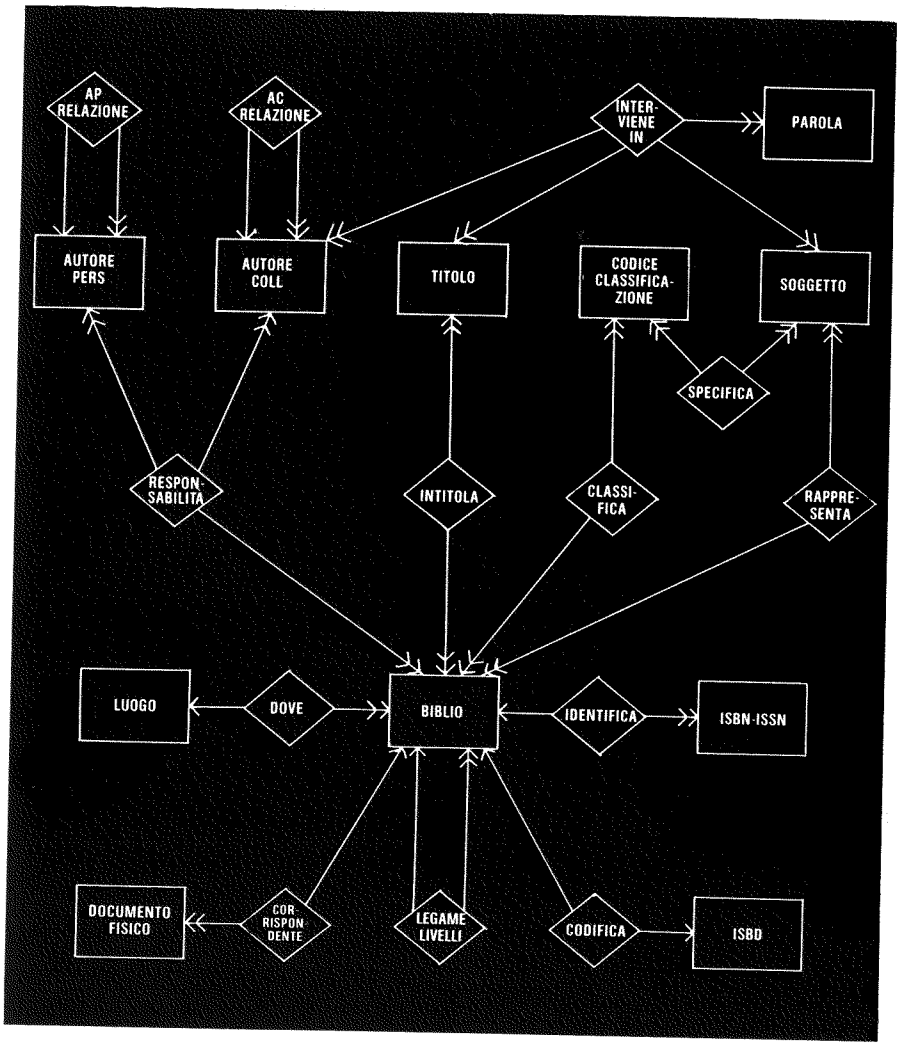
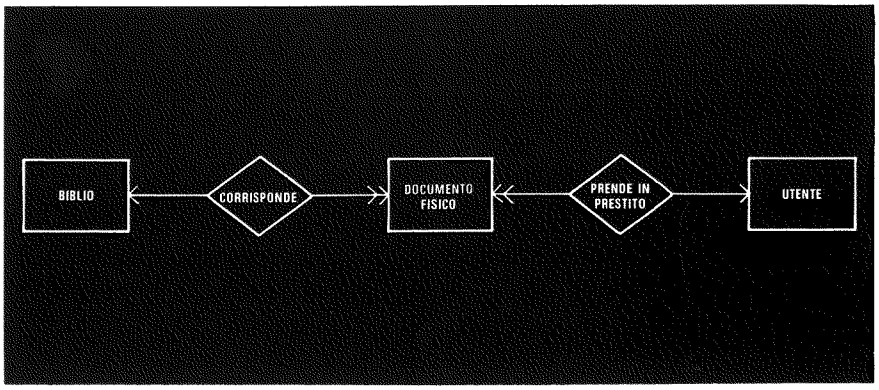


Fig. 13 - Sottoschema della catalogazione e del recupero informazioni.

Fig. 14 - Variante addizionale per il sottoschema dei prestiti.



tolo; si è perciò introdotta l'entità PAROLA, collegata a TITOLO, AUTORE-COLL e ARGOMENTO. Questo metodo consente di accedere anche ad autori od argomenti complessi, specificando solo alcune parole dei loro nomi, e può essere perciò applicato spesso con notevoli vantaggi.

L'entità AUTORE-PERS contiene tutte le forme (ufficiali e non) del nome degli autori (ad esempio, varianti e pseudonimi). La forma ufficiale del nome di un autore è legata alle altre da A-P-RELAZIONE. Analogamente, A-C-RELAZIONE lega la forma ufficiale di un autore collettivo a varianti ed acronimi.

Ogni autore (persona o ente) viene registrato su due campi, che contengono rispettivamente:

a) la forma "estesa" del suo nome, con le lettere maiuscole e minuscole, accenti, apostrofi, ecc. Viene usata soprattutto in fase di stampa;
b) la forma "normalizzata" del nome, cioè tutto in maiuscolo e senza segni o simboli speciali. Forma utilizzata per la ricerca (retrieval) o l'ordinamento degli autori, secondo criteri bibliografici.

Le due entità degli autori costituiscono un "Authority File", utilizzato costantemente dal processo di catalogazione. Sono legate a BIBLIO dalla relazione RESPONSABILITÀ che specifica se si tratta di un autore principale o secondario, editore o traduttore (od altro), del documento. Analogamente, la relazione INTITOLA tra TITOLO e BIBLIO specifica se il titolo è quello principale, quello originale o tradotto, oppure un titolo parallelo, od altro.

La relazione SPECIFICA tra CODICE-CLASSIFICAZIONE e SOGGETTO è molto importante dal punto di vista bibliografico, poiché lega un codice di classificazione generale (normalmente un codice Dewey) a soggetti più specifici, consentendo all'utente di usare diversi criteri di ricerca durante il recupero delle informazioni. Questo aspetto sarà trattato più diffusamente nella sezione seguente.

Infine, l'entità globale DOCUMENTO-FISICO contiene la descrizione fisica dei documenti, in particolare, il loro numero di inventario e di posizione negli scaffali. La relazione CORRISPONDE è del tipo 1:n. L'entità DOCUMENTO-FISICO si crea durante il processo di catalogazione ma viene utilizzata soprattutto nel sottosistema dei prestiti e quindi contiene anche informazioni necessarie per la gestione dei libri: se un documento è disponibile per il prestito e, se è disponibile, quante volte è stato prestato, e così via.

Il sottoschema dei prestiti è identico al sottoschema della catalogazione, con la variante aggiuntiva dell'entità globale UTENTE, come illustrato in figura 14, e della relazione PRENDE-IN-PRESTITO. Anche l'entità UTENTE contiene informazioni contabili, come: numero dei prestiti in corso, durata del prestito, numero eventuale di documenti smarriti, ecc.

4.2.3. Sottoschema del controllo dei periodici

Il sottoschema rappresentato in figura 15 si riferisce al controllo dei periodici. È collegato al sottoschema della catalogazione tramite le due entità BIBLIO e DOCUMENTO FISICO, di cui la seconda fa riferimento a tutte le pubblicazioni periodiche attualmente presenti nelle biblioteche collegate al sistema.

La collezione di ogni pubblicazione periodica (in una determinata biblioteca) è descritta per mezzo di tre entità: CONSISTENZA (elenco dei numeri attualmente presenti in biblioteca), LACUNA (interruzioni della collezione) e SUPPLEMENTI (supplementi disponibili). Il controllo dell'arrivo dei periodici viene eseguito mediante l'entità VOLUME: questa fa riferimento agli ultimi due volumi del periodico, registrando se i vari numeri sono, o non sono, arrivati, se sono in ritardo o se sono sollecitati, e così via.
Il sistema è così in grado di preparare lettere di sollecito ai fornitori, provvedere agli abbonamenti e segnalare quando un volume è completo e quindi da rilegare.
Gli abbonamenti e la rilegatura implicano dei costi e da questo deriva la presenza delle entità FORNITORE/RILEGATORE e FONDO (sono le stesse entità già trattate nel sottoschema delle nuove accessioni), alle quali è legato il VOLUME tramite le entità FATTURA e RIGA (di fattura). Per maggior semplicità, fornitori e rilegatori sono stati riuniti in una sola entità poiché le relative fatture vengono gestite secondo gli stessi criteri amministrativi.
Tra una fattura e le sue righe si può fare la distinzione già fatta per il sottoschema delle nuove accessioni e, in effetti, le entità corrispondenti sono le stesse.

5. Il catalogo collettivo

I sistemi di catalogazione normalmente non offrono funzioni di recu-

pero dell'informazione; se presenti, tali funzioni sono variamente condizionate, come succede nei sistemi di recupero dell'informazione tradizionali, dall'uso soggettivo che indicizzatori ed utenti fanno del linguaggio di rappresentazione, qualsiasi esso sia.

Per limitare tali inconvenienti, il catalogo collettivo di ATLAS è stato progettato come un sistema di comunicazione fra gli indicizzatori, e tra indicizzatori ed utenti, allo scopo di consentire agli indicizzatori di controllare il proprio uso del linguaggio, ed agli utenti di familiarizzare con le rappresentazioni dei documenti e poter esprimere perciò richieste che trovino riscontro nel sistema.

Si descrive qui la struttura e le procedure di questo catalogo solo per quanto riguarda le funzioni di comunicazione. Queste sono utilizzate in modo ottimale quando si usa i) termini di un linguaggio "controllato" - ad esempio uno schema di classificazione - per rappresentare i documenti ad un livello generale, e ii) soggetti liberamente espressi nel linguaggio naturale per rappresentare l'argomento specifico di ciascun documento.

Le funzioni di comunicazione del sistema fanno riferimento ad una struttura dei dati adatta a memorizzare:

a) le descrizioni bibliografiche di livello collettivo, monografico e analitico (si rimanda alla descrizione delle entità ISBD e BIBLIO, par. 4.2.2);
b) le relazioni stabilite dall'indicizzatore fra i termini del linguaggio controllato e i soggetti specifici associati ad ogni descrizione bibliografica, o a ciascun livello di essa (si veda in figura 13 la relazione SPECIFICA tra CODICE DI CLASSIFICAZIONE e SOGGETTO, e la loro descrizione nel paragrafo appena citato).

Le informazioni relative a CODICE DI CLASSIFICAZIONE e a SOGGETTO possono essere comuni a più biblioteche o appartenere esclusivamente ad una biblioteca: il catalogo di ATLAS, perciò, oltre a svolgere compiutamente tutte le funzioni di catalogo collettivo è anche in grado di soddisfare le particolari esigenze di rappresentazione che eventualmente avessero singole biblioteche o gruppi di biblioteche.

Le funzioni di indicizzazione e ricerca sono state concepite in modo da consentire:

- agli indicizzatori, di creare ed aggiornare,in collaborazione ed in modo controllato, la struttura informativa che memorizza il contenuto semantico dei documenti,

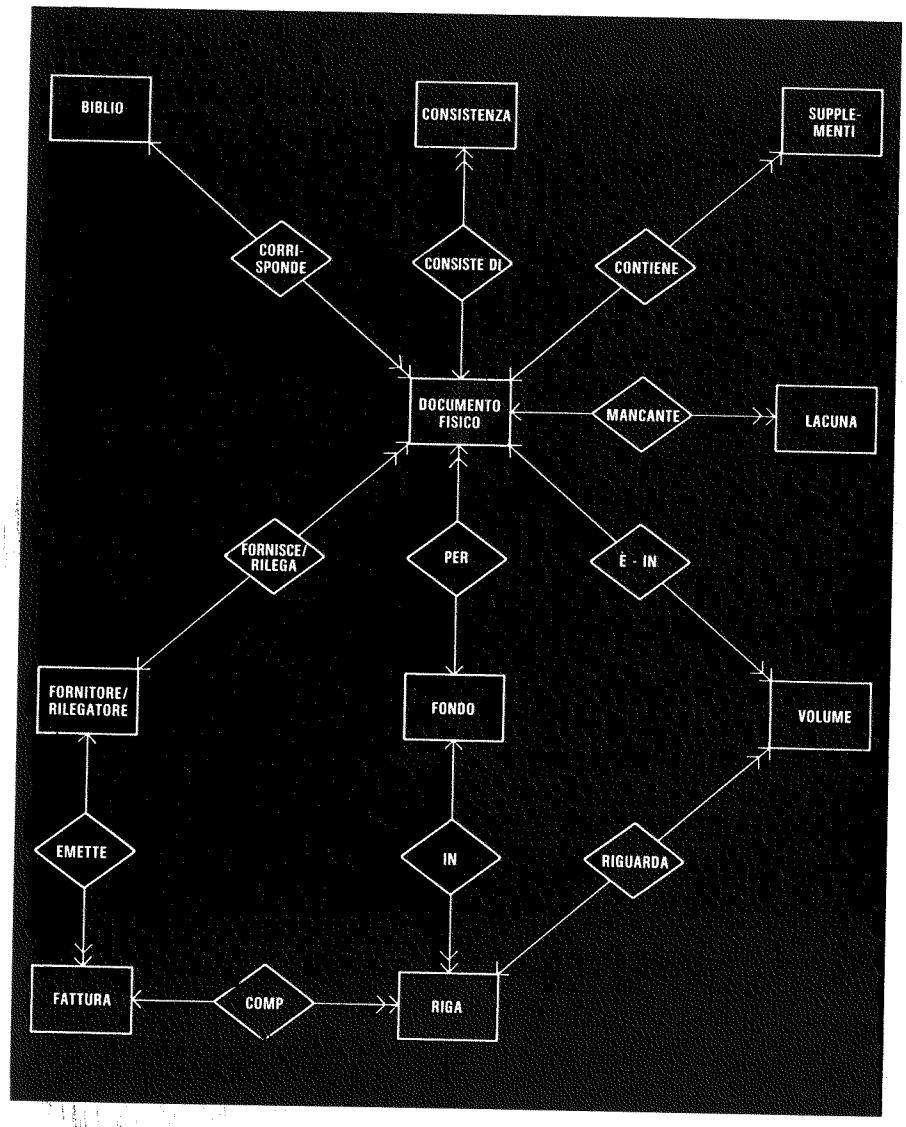


Fig. 15 - Sottoschema di gestione periodici.

cioè la rappresentazione delle conoscenze portate dall'insieme dei documenti;

- agli utenti, di "esplorare" questa struttura, esprimere le loro richieste e definire i criteri di ricerca compatibilmente con la rappresentazione delle conoscenze.

L'utilizzazione delle funzioni di indicizzazione è guidata da una interfaccia "amichevole", come segue:

I1 Il sistema chiede all'indicizzatore di digitare tutte le parole del soggetto da assegnare al documento, oppure alcune di esse;

I2 Il sistema ricerca nell'archivio SOGGETTO i soggetti che contengono le parole digitate dall'indicizzatore, oppure alcune di esse.

I3.1 Se la ricerca ha esito positivo, il sistema visualizza i termini trovati e chiede al bibliotecario di scegliere quello più appropriato o di rifiutarli tutti. In caso di scelta, il sistema visualizza il/i codice/i di classificazione che sono stati associati al termine in questione dal bibliotecario stesso o da un suo collega. Il bibliotecario può allora scegliere un codice tra quelli visualizzati o introdurne uno nuovo: in tal caso il sistema visualizzerà i soggetti associati al codice scelto, per dare al bibliotecario la possibilità di controllare se ha fatto scelte coerenti con la rappresentazione dalle conoscenze già memorizzata.

I3.2 Se non si è trovato alcun termine con il passo I2, o alcun termine appropriato con il passo I3.1, il sistema chiede al bibliotecario di rappresentare il documento con un codice di linguaggio controllato, quindi visualizza tutti i soggetti ad esso associati nella struttura informativa: se il bibliotecario sceglie uno o più di questi termini, la funzione termina: diversamente, il sistema chiede al bibliotecario di verificare e/o completare il soggetto precedentemente introdotto prima che esso vada ad aggiornare il dizionario dei soggetti. I passi da I1 a I3 sono ripetuti, con piccole variazioni, per ogni soggetto che venga associato alla descrizione bibliografica.

Nella funzione di information retrieval, l'interfaccia "amichevole" del sistema guida l'utente lungo gli stessi percorsi tracciati dagli indicizzatori, cioè:

R1 Il sistema chiede all'utente di digitare una o più parole per esprimere le sue richieste.

R2 Il sistema ricerca, nell'archivio SOGGETTO, i soggetti contenenti tutte le parole specificate dall'utente o parte di esse (la ricerca viene effettuata come nel passo I2).

R3.1 Se la ricerca ha esito positivo, il sistema visualizza i termini trovati e chiede all'utente di scegliere quelli appropriati alla sua ricerca (se i termini trovati sono numerosi, l'utente viene ricondotto a R1, se vuole, perché possa specificare in modo più restrittivo il suo input). Dopo la selezione, il sistema chiede all'utente se gli interessano termini affini a quelli selezionati. Se la risposta è "si", anch'essi vengono visualizzati per un'ulteriore selezione da parte dell'utente.

R3.2 Se non esistono termini con i requisiti richiesti, oppure nessun termine trovato all'inizio del passo R3.1 è giudicato soddisfacente, il sistema visualizza i termini del linguaggio controllato e chiede all'utente di scegliere il più appropriato; visualizza quindi tutti i soggetti associati al codice selezionato e chiede ancora all'utente di scegliere quelli adatti alla sua ricerca.

R4 Il sistema accede all'archivio bibliografico usando i soggetti indicati dall'utente, presentandogli quindi tutti i documenti trovati o consentendogli di selezionarli in base a diversi criteri.

6. Bibliografia

[1] *Regole italiane di catalogazione per autori.* Roma, Istituto centrale per il catalogo unico delle biblioteche italiane e per le informazioni bibliografiche, 1979.

[2] M.B. BALDACCI, O.G. MANCINO, R. SPRUGNOLI et alii. *Automazione delle biblioteche con elaboratori mini e micro.* Parte I: Studio di un sistema conversazionale per la gestione dei dati bibliografici. Pisa, Editrice universitaria Felici, 1985.

[3] *GCOS6 Advanced COBOL Reference.* Honeywell Information Systems Italia, 1982.

[4] *DM6 I-D-S/II Data Base Administrator's Guide.* Honeywell Information Systems Italia, 1982.

[5] *DM6 I-D-S/II Data Base Programer's Guide.* Honeywell Information Systems Italia, 1982.

[6] M.B. BALDACCI, O.G. MANCINO, R. SPRUGNOLI et alii. *ATLAS: Manuale per la registrazione fuori linea dei dati bibliografici.* Editrice Universitaria Felici, 1986.

L'edificio "intelligente"

ROBERTO MIGLIAVACCA

Honeywell
Divisione Engineering
Milano

1. Introduzione

Un edificio progettato per "contenere" attività operative e produttive (alberghi, uffici, ospedali e così via) deve consentire agli occupanti di comunicare sia con l'interno che verso l'esterno: verso l'interno con altri uffici e servizi aziendali, verso l'esterno con clienti e fornitori oppure con altri edifici e uffici della stessa organizzazione.

L'edificio deve poi assicurare, a chi in esso svolge delle attività, un certo livello di comfort climatico e di sicurezza (ad esempio contro i pericoli di incendio), deve offrire servizi efficienti di comunicazione (telefoni, telex...) ed infine un buon servizio informatico (office automation, elaborazione dati e così via).

Tutto questo con l'obiettivo primario di far funzionare l'edificio al massimo dell'efficienza e al minor costo possibile. Pertanto l'edificio dovrà avere strutture flessibili e tali da adattarsi con facilità e a bassissimo costo alle innumerevoli esigenze degli occupanti in termini di configurazione degli spazi e della destinazione d'uso degli spazi stessi.

L'edificio intelligente, cioè l'edificio che integra in sè:

- automazione e controlli
- comunicazioni
- informatica

è sicuramente la soluzione più completa e moderna messa a disposizione dall'attuale tecnologia per rispondere alle emergenti richieste di una utenza sempre più vasta.

2. Automazione e controlli

Un edificio moderno deve assicurare agli occupanti un buon livello di comfort ambientale con il giusto grado di temperatura ed umidità, di ventilazione e di illuminazione.

Oggi tutti questi parametri sono tenuti sotto controllo da strumenti, ormai esclusivamente a controllo digitale diretto basati su microprocessori, che permettono, sotto il controllo di appositi programmi (software), di realizzare in modo più semplice, completo ed affidabile ciò che fino a ieri era realizzato con strumentazione pneumatica o elettronica analogica.

Poichè questa strumentazione è controllata per mezzo di programmi, essa può essere utilizzata con grande flessibilità sia nel corso della progettazione degli impianti tecnologici che successivamente, quando si devono modificare gli impianti per un cambio di destinazione d'uso degli ambienti.

La strumentazione digitale consente anche di programmare il risparmio energetico in ciascun ambiente senza dover ricorrere a costosi sistemi computerizzati. I costi dell'energia, soprattutto quella termica, incidono per una percentuale notevole sulle spese generali di gestione, rendendo quindi economicamente vantaggiosa l'installazione di strumenti di controllo.

Un edificio od un complesso di edifici ha al suo interno apparecchiature di elevato contenuto tecnologico (impianti di condizionamento, centrali termiche e frigorifere, impianti elettrici di illuminazione e forza motrice, ascensori e così via) che devono essere condotti e controllati in modo centralizzato ed impongono procedure di manutenzione rigide ed efficienti. La manutenzione degli impianti assume quindi particolare importanza nel garantire da un lato l'efficienza degli impianti e dall'altro nell'assicurare il contenimento dei costi conseguenti; è anche qui ormai necessario eseguire gli interventi in modo programmato e mirato e solo un sistema centrale con la sua rete di sensori e adeguati programmi può rispondere offrendo un buon equilibrio tra costi e benefici.

Spesso è poi necessario poter ripartire i costi di gestione tra diversi utenti mediante l'emissione in modo automatico degli addebiti.

Perchè un edificio sia moderno e funzionale, esso deve essere dotato sempre di un sistema centralizzato di impianti tecnologici e di tutti quegli accorgimenti che lo rendono sicuro per gli occupanti e cioè deve essere dotato di sistemi di protezione dagli incendi e di sistemi antintrusione e antisabotaggio.

I sistemi di protezione antincendio sono in grado di rilevare rapidamente qualsiasi principio di incendio e di intervenire in modo automatico per estinguerlo. Invece i sistemi di protezione contro le intrusioni e contro i sabotaggi si possono articolare in un insieme di sottosistemi:

- dispositivi di allarme perimetrale

Fig. 1 - Evoluzione dei criteri costruttivi dell'edificio non residenziale.

per segnalare l'eventuale intrusione nelle aree protette dalla recinzione o nell'edificio stesso;

- dispositivi di allarme volumetrici per segnalare l'intrusione in zone particolari all'interno dell'edificio;
- dispositivi di allarme per la protezione di casseforti, classificatori e così via;
- dispositivi di controllo degli accessi e della circolazione delle persone all'interno della proprietà secondo diversi livelli di autorizzazione e per fasce orarie giornaliere e settimanali, dispositivi di gestione dell'eventuale parcheggio interno;
- dispositivi di televisione a circuito chiuso per la sorveglianza visiva di determinate aree come gli ingressi alla proprietà, il parcheggio, il perimetro della proprietà aree interne riservate;
- dispositivi per la rilevazione delle persone presenti e la gestione della mensa.

3. L'informatica

L'informatica si è diffusa negli uffici a partire dagli anni '70 con l'obiettivo di gestire in modo efficiente e in tempo reale le procedure amministrative e contabili, e questo era ottenuto attraverso terminali video dislocati negli uffici e collegati all'elaboratore centrale dell'azienda mediante linee dedicate.

Negli anni '80 le aziende, incalzate dalla dinamica del mercato, si rinnovano profondamente. Tutta l'organizzazione del lavoro d'ufficio viene interessata al cambiamento che privilegia l'autonomia operativa dei singoli dipartimenti aziendali senza per questo perdere di vista il controllo centralizzato del "sistema azienda".

La nuova esigenza organizzativa trova un valido supporto nella tecnologia informatica che mette a disposizione sistemi di ufficio (Office Automation Systems) costituiti da programmi specializzati, da minicom-

puter e personal computer caratterizzati da bassi costi, ingombri limitati, grande facilità d'uso e funzionalità molto potenti. Per le persone che lavorano negli uffici questo significa maggior indipendenza dal centro EDP e nuovi strumenti di informatica personale complementari all'informatica aziendale.

All'organizzazione aziendale di tipo decentrato che prevede i tre livelli distinti: azienda-dipartimento-individuo, corrispondono tre livelli di apparecchiature informatiche: l'host (o sistema centrale) che gestisce il sistema informativo aziendale, il minicomputer (motore del sistema dipartimentale) che gestisce in modo autonomo l'attività del dipartimento aziendale ed il personal computer che supporta l'informazione individuale e costituisce il mezzo per accedere sia al sistema dipartimentale che al sistema aziendale.

Quindi acquista particolare importanza lo scambio delle informazioni tra i livelli di sistemi in modo da realizzare l'integrazione del "sistema azienda".

Il mini elaboratore dipartimentale si collega al sistema centrale per lo scambio delle informazioni di sintesi (ordini alle fabbriche, fatturazione, rilevazione delle presenze, consuntivi) scaricando il sistema informativo centrale e le linee di comunicazione da tutte le attività di esclusivo interesse locale che mediamente rappresentano il 60-70% delle attività degli uffici.

Il sistema dipartimentale, oltre all'attività gestionale, provvede ad informatizzare il lavoro di ufficio con l'obiettivo di eliminare la carta, incrementare la produttività e fornire le informazioni necessarie all'attività quotidiana. Nell'ufficio vi è infatti la necessità di trattare in modo integrato dati, testi e grafici al fine di ottenere documenti completi, di elevata qualità grafica, facilmente riproducibili e modificabili, nonchè di effettuare in modo semplice e rapido una serie di elaborazioni personali come ad esempio analisi finanziarie, simulazioni e rappresentazione grafica dei dati.

Inoltre, sempre a supporto di processi decisionali, si fa pressante l'esigenza di accedere alle informazioni di sintesi contenute nella banca dati aziendale o disponibili all'esterno dell'azienda presso le banche dati pubbliche specializzate. Infine, una volta completati i documenti, questi devono essere inviati ai destinatari in modo tempestivo.

Tutte queste attività possono essere convenientemente realizzate con sistemi di Office Automation. In questo ambito, il personal computer fornisce le funzioni base di word-processing, foglio elettronico, grafica e banca dati personale.

Il minielaboratore dipartimentale a cui sono collegati i personal computer, gestisce l'archiviazione centralizzata dei documenti del servizio o dipartimento e supporta lo scambio di informazioni e documenti tra utenti mediante la posta elettronica. Questo minielaboratore, essendo connesso agli altri sistemi diparti-

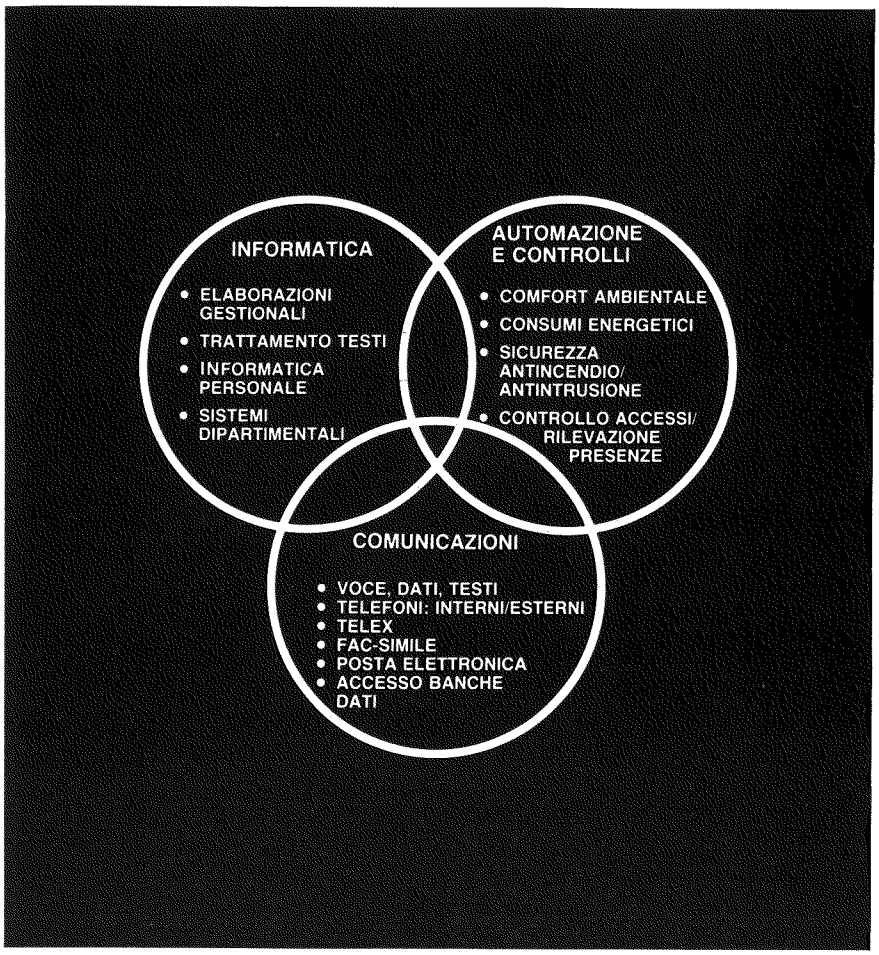


Fig. 2 - Integrazione delle funzioni in un edificio destinato ad uffici.

mentali e all'host aziendale mediante una rete dati ad alta velocità, consente lo scambio di informazioni e di documenti all'interno dell'azienda.

4. Le comunicazioni

Le comunicazioni assumono un ruolo fondamentale nella vita moderna: per rendersene conto basterebbe pensare alla quantità di informazioni che ci vengono trasmesse ogni giorno sotto forma di voce, immagini e dati.

Alla posta e al telefono, mezzi tradizionali per comunicare, si affiancano sempre più spesso i nuovi mezzi elettronici: trasmissione di dati tra computer, telex, telefax, posta elettronica, teleconferenza. Esaminiamo velocemente alcuni elementi che fanno parte del concetto di edificio "intelligente".

La rete Locale (Local Area Network)

La comunicazione elettronica dei dati all'interno dell'edificio viene realizzata mediante la tecnologia delle reti locali che permette di collegare i personal computer al minielaboratore dipartimentale mediante un cavo coassiale che si snoda nell'edificio e connette tutte le apparecchiature elettroniche. La rete locale è dotata di una propria intelligenza realizzata mediante microprocessori che consente la riconfigurazione dinamica delle apparecchiature collegate e la correzione automatica degli errori. I minielaboratori dipartimentali e l'host aziendale sono connessi tra loro mediante reti dati a pacchetto di tipo privato o pubblico (Itapac) che consentono lo scambio ad alta velocità di informazioni tra computers siano essi dati gestionali, messaggi di posta elettronica o informazioni richieste alle banche dati private e pubbliche.

Centralino telefonico

Le comunicazioni telefoniche traggono vantaggio dai moderni centralini elettronici che forniscono una nuova serie di servizi rivolti ad incrementare la produttività degli utenti: ricerca di libero in caso di occupato, dirottamento delle chiamate in caso di assenza, numeri abbreviati per le chiamate più frequenti, addebito degli scatti ai centri di costo...

Anche gli apparecchi telefonici grazie all'elettronica diventano più efficienti: tastiera digitale, ripetizione dell'ultimo numero, visualizzazione delle telefonate in arrivo...

Ulteriori funzionalità si ottengono con i centralini elettronici digitali detti PABX (Private Automated Branch Exchange) in grado di gestire sia i dati che la voce. Questi centralini, realizzati con la tecnologia degli elaboratori, sono modulari e possono quindi crescere man mano che se ne presenti la necessità; inoltre i moduli possono venire installati in diversi edifici a seconda delle specifiche esigenze senza per questo perdere il controllo e la gestione centralizzata del sistema telefonico. Infine, le caratteristiche di ridondanza fanno si che in caso di guasto di un modulo, solo questo venga isolato senza pregiudicare il funzionamento del centralino nel suo insieme.

Il collegamento del centralino digitale al minicalcolatore dipartimentale consente ulteriori funzionalità come ad esempio la consuntivazione degli addebiti per centro di costo, la guida telefonica aziendale computerizzata, la memorizzazione dei messaggi vocali.

Il centralino digitale è anche in grado di trasmettere ed indirizzare sia la voce che i dati in un comune formato digitale e quindi si comporta come un nodo integrato di trasmissione voce e dati a cui è possibile collegare sia i telefoni che i personal computers.

In tale ottica si è sviluppata la nuova generazione di telefoni digitali dotati di tasti funzione, display e adattatore per il collegamento del personal computer: si viene così a realizzare il posto di lavoro telematico costituito di un sistema integrato di telefono e personal computer.

Telex

Il telex provvede alla trasmissione di messaggi scritti garantendo la tempestività, la riservatezza e il buon fine della trasmissione. Le tradizionali funzionalità del telex vengono nettamente ampliate collegando il minicomputer dipartimentale alla rete telex: è così possibile inviare direttamente i messaggi preparati con l'office automation, memorizzare i messaggi in partenza e in arrivo, predisporre un archivio dei corrispondenti abituali, effettuare gli invii negli orari desiderati sfruttando le fasce tariffarie più convenienti, inviare il messaggio a più utenti contemporaneamente, effettuare la ricerca automatica di libero e così via.

La posta elettronica

La posta elettronica unisce i vantaggi della posta e del telefono. Il documento da inviare viene preparato con l'Office Automation e quindi inviato elettronicamente ai destinatari attraverso il minielaboratore dipartimentale. Rispetto al telefono vi è il vantaggio di invio tempestivo anche in assenza del destinatario e di avere la documentazione scritta del messaggio.

La scelta del mezzo trasmissivo dei dati, tra rete locale e rete telefonica via PABX, dipende da diversi fattori e precisamente: configurazione del sistema dipartimentale e aziendale, utilizzo di PC piuttosto che di terminali, frequenza e durata del loro utilizzo, flusso dei dati e infine i costi conseguenti.

5. Perchè integrare

Fin qui abbiamo descritto i servizi compresi in ognuna delle tre grandi aree di intelligenza dell'edificio: automazione e controllo, comunicazioni, informatica. Questi servizi sono ormai presenti, anche se in misura diversa, in tutti gli edifici commerciali ad uso uffici ed attualmente sono progettati, realizzati e gestiti in modo autonomo gli uni rispetto agli altri. L'idea nuova è quella di progettare globalmente tali sistemi e trarre quindi vantaggio dalla loro integrazione. L'integrazione, va detto subito, può essere realizzata a diversi livelli, in modi diversi e in fasi diverse, come vedremo più avanti, a seconda delle singole esigenze e convenienze. Qui ci importa determinare, prima di tutto, la convenienza funzionale di tale integrazione, mentre esamineremo successivamente la convenienza economica.

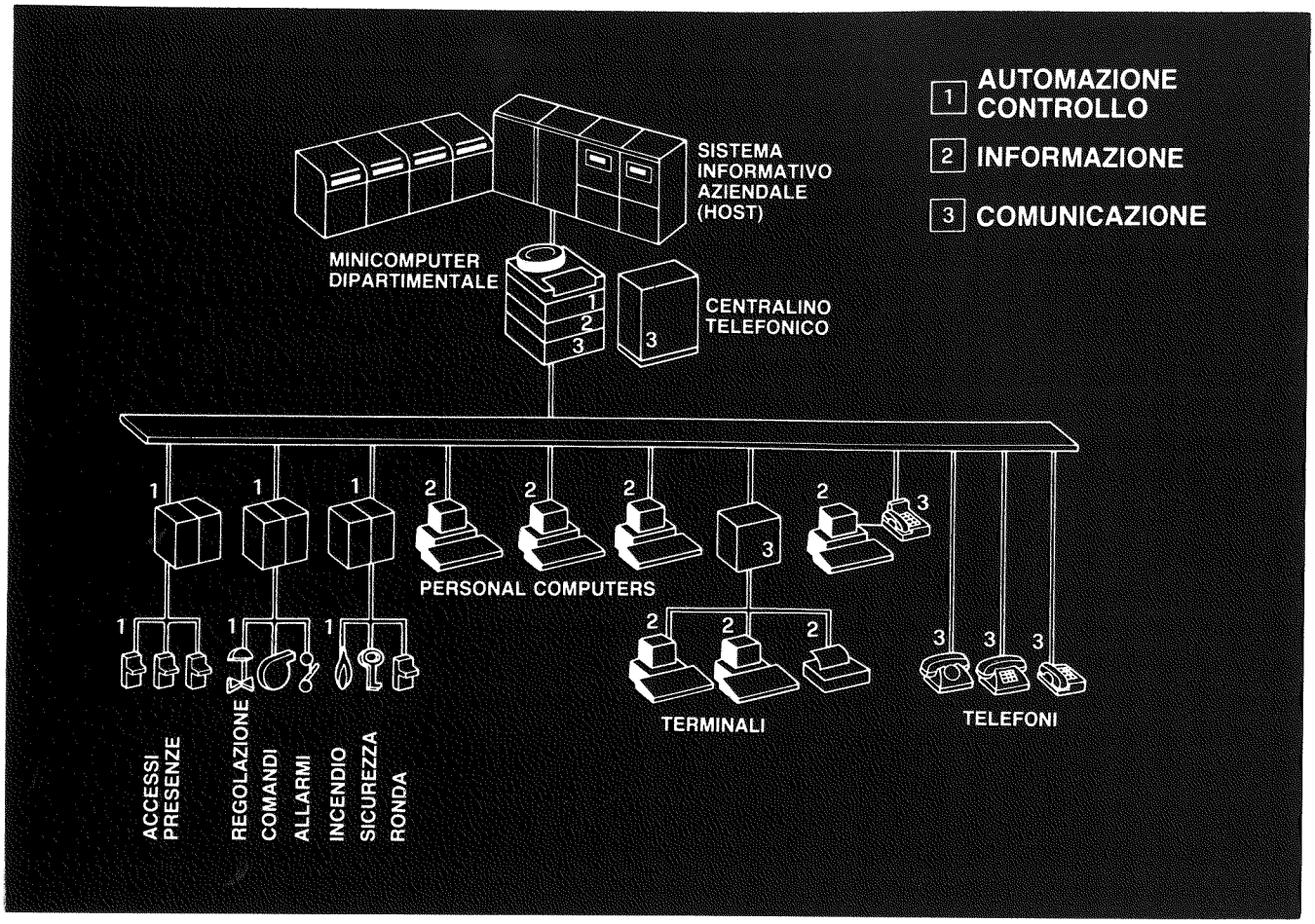


Fig. 3 - Le tecnologie elettroniche nell'edificio "intelligente".

Integrazione delle funzioni

Vediamo ora di elencare alcuni dei servizi e delle funzioni che possono essere integrati:

– Comunicazioni/Informatica
  - rilevazione del traffico telefonico e suddivisione dei costi e degli addebiti tra i diversi reparti o società;
  - servizio telex, telefax, videotex e posta elettronica mediante l'istradamento automatico dei diversi servizi sui terminali dati di destinazione, con addebiti automatici sui diversi centri di costo;
  - accessi a banche dati interne od esterne, pubbliche o private, dal terminale dati al calcolatore centrale host mediante l'utilizzo delle linee telefoniche interne ed esterne.

– Comunicazioni/Automazione
  - invio di messaggi di allarme sia all'interno che all'esterno (polizia, vigili del fuoco, responsabili aziendali) in caso di incendio o di intrusione;
  - trasmissione dei parametri di climatizzazione al centro di supervisione e controllo per mezzo della rete telefonica interna.

– Automazione/Informatica
  - rilevazione dei consumi energetici e suddivisione dei costi e degli addebiti tra i diversi centri di costo;
  - rilevazione delle presenze, gestione della mensa e del parcheggio mediante tesserini di riconoscimento magnetici o a microprocessore e lettori degli stessi, dedicati al controllo della sicurezza interna e della circolazione delle persone;
  - trasferimento dei dati rilevati al sistema gestionale per la suddivisione degli addebiti;
  - gestione del magazzino ricambi ed emissione riordini delle scorte;
  - gestione del personale di manutenzione sia da un punto di vista operativo che da un punto di vista amministrativo.

Integrazione delle risorse

L'integrazione fisica delle risorse fin qui descritte può essere realizzata a diversi livelli dipendenti dalle dimensioni e dalle funzionalità richieste per ogni singola applicazione.

Integrazione dei mezzi trasmissivi

Partendo dal presupposto che in ogni edificio ad uso uffici deve essere disponibile per ogni posto di lavoro un telefono con relativo "doppino" telefonico di collegamento, l'utilizzo dello stesso per la trasmissione dati risulta estremamente conveniente da un punto di vista delle problematiche d'installazione, rispetto alle attuali soluzioni che prevedono cablaggi indipendenti per ogni servizio. L'utente potrà così disporre dell'informatica dove questa

gli è effettivamente necessaria senza incorrere in problemi logistici nel caso di modifiche e variazioni.

Va detto però che il doppino telefonico, in conseguenza delle sue caratteristiche fisiche ed elettriche presenta delle limitazioni di impiego.

Quando perciò è necessario trasferire i dati ad alta velocità tra sottosistemi periferici evoluti quali personal o mini computer e tra questi e un calcolatore host centrale, si dovrà ricorrere ad una LAN - Local Area Network - che di norma utilizza un cavo coassiale o fibre ottiche.

Anche questa soluzione permette di integrare i cavi stessi in nuovi cavi multipolari con un'unica guaina che incorporano appunto cavo coassiale e doppini telefonici sia normali che schermati. Si riesce ad ottenere così un'elevata velocità di trasmissione dati combinata con una notevole elasticità e flessibilità d'impiego dell'intero sistema.

Integrazione dei sistemi di elaborazione

Ognuno dei sistemi considerati - informatica, automazione e comunicazioni - siano essi integrati o meno, si basa sull'impiego di un calcolatore. Risulta perciò logico pensare di integrare su di un'unico calcolatore tutte le funzioni richieste e ciò è sicuramente possibile se il fornitore è in grado di offrire a livello di hardware e software gli strumenti necessari.

È chiaro quindi che la possibilità di ricorrere ad un fornitore che oltre all'apparecchiatura possa offrire anche la sicurezza che deriva dalla sua esperienza e capacità rappresenta una proposta molto vantaggiosa per l'utilizzatore, soprattutto per quanto riguarda l'assistenza tecnica e la manutenzione. Inoltre un unico fornitore può offrire un software di base comune a computer di diversa potenza che consente di ampliare le capacità e dimensioni dell'hardware nel tempo, ottenendo in tal modo un sistema estremamente flessibile ed aperto ad eventuali sviluppi ed innovazioni future o di collegare tra loro, in back-up, più elaboratori per rispondere a particolari esigenze di affidabilità e disponibilità dell'intero sistema.

Integrazione del software

Da quanto abbiamo detto sin qui è evidente come sia indispensabile far si che i diversi sottosistemi dei servizi di automazione, comunicazioni ed informatica possano comunicare e scambiarsi reciprocamente dati ed informazioni. Se l'integrazione dei servizi è realizzata a livello di un unico sistema di elaborazione, vi sarà anche un unico sistema operativo quale piattaforma sulla quale si appoggeranno i diversi programmi applicativi in grado di rispondere alle esigenze di ogni singolo servizio. I programmi applicativi, tra loro indipendenti al fine di poter soddisfare i diversi livelli di competenza e sicurezza, debbono normalmente anche interagire tra loro: quando invece, per esigenze funzionali o dimensionali, i diversi servizi dispongono di sistemi di elaborazione indipendenti, nasce il problema di farli comunicare tra loro.

6. I vantaggi dell'integrazione

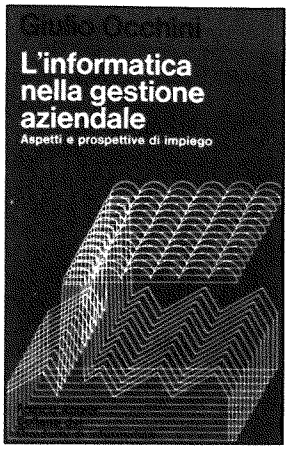
La situazione attuale del mercato delle costruzioni civili per uffici è caratterizzata dalla richiesta, da parte dei clienti, di servizi sempre più efficienti e ad elevato contenuto tecnologico. I clienti quindi cercano:

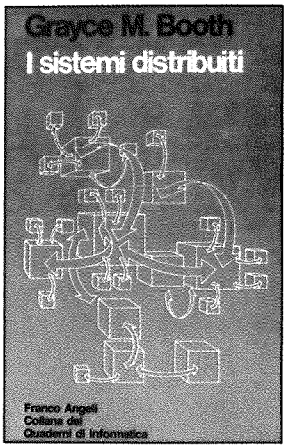
- comfort per le persone;
- sicurezza per le persone e per i beni;
- elevata produttività ed efficienza;
- bassi costi gestionali.

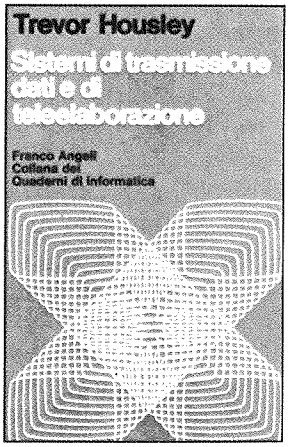
Se una volta solo le grandi aziende potevano permettersi i più sofisticati sistemi di informazione e telecomunicazione, ora questi servizi sono a disposizione di tutti gli utenti di un edificio integrato, i quali non dovranno più impegnarsi con elevati investimenti, ma pagheranno solo i servizi di cui usufruiranno. La particolare flessibilità del sistema consente poi ad utenti dotati di propri servizi di inserirli ed integrarli nell'ambiente circostante. La certezza di poter lavorare in un ambiente dove la propria attività e la persona sono adeguatamente protetti e dove sia sempre garantita la condizione di massimo benessere ambientale, contribuisce notevolmente ad aumentare la produttività.

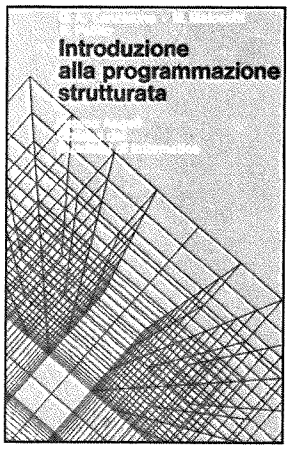
Collana dei Quaderni di Informatica

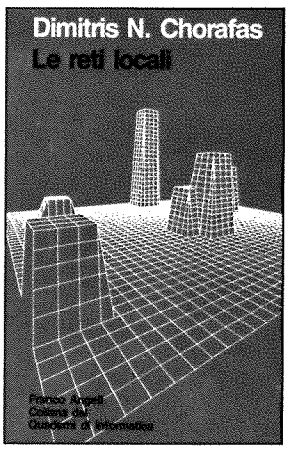
La collana di testi "Quaderni di Informatica" rappresenta la proiezione sul piano librario della presente rivista. La direzione scientifica della collana (che è edita da F. Angeli) è del "Centro Studi Informatica e Automazione" della Honeywell I.S.I. A titolo di rassegna sintetica, riproduciamo qui di seguito le copertine dei volumi finora usciti, che coprono alcune delle più importanti aree dell'informatica.

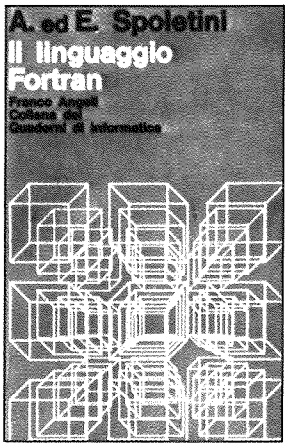


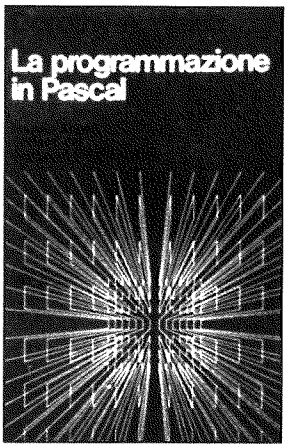












COLLANA QUADERNI DI INFORMATICA NOVITÀ

Jerome Kanter - Sistemi informativi manageriali - Collana dei Quaderni di Informatica (pagg. 590, L. 55.000).

L'informazione è la risorsa più importante nella società post-industriale. Il rapido progresso dell'hardware che supporta la gestione dell'informazione ha aperto nuove posssibilità ancora ieri fantascientifiche. Questa è la prima guida pratica che indichi come procedere in concreto per organizzare l'impiego e la valorizzazione della "risorsa informazione" nell'era del computer e della telematica.
Merito di Kanter è d'avere scritto un libro che ha - oltre a quelli della chiarezza, della sistematicità e della ricchezza di riferimenti a casi reali - il pregio non lieve d'affrontare nella duplice ottica organizzativo-manageriale e informatica l'argomento del Management Information System (MIS), di un sistema cioè che aiuti le Direzioni del prendere decisioni e nel seguirne e controllarne l'effetto. Dà così un quadro completo di quanto è effettivamente possibile oggi ottenere con i computer in questo settore fondamentale, di come si deve procedere, di quali problemi tecnici, economici ed umani si possono incontrare, senza trascurare di sottolineare con acutezza gli errori compiuti in molte aziende e le difficoltà di direzione della "risorsa informazione" incontrate.
Un testo, quindi, fondamentale sia per imprenditori, dirigenti e consulenti, sia per informatici, sia per quanti vogliono prepararsi al mondo di domani.

Questo volume (giunto negli Stati Uniti alla terza edizione e adottato in numerosi corsi universitari e in seminari per dirigenti) è frutto di idee maturate nel corso di un'esperienza professionale tra le più prestigiose, compiuta contemporaneamente nel mondo aziendale e in quello universitario. Nel primo Kanter è passato dalla direzione del servizio elaborazione dati di una grande azienda di produzione e distribuzione ad attività nel campo del "controllership" e allo sviluppo di sistemi organizzativi di "production management", lavorando infine per molti anni alla Honeywell Information Systems, presso la quale ha avuto modo di osservare e verificare, sia all'interno sia presso aziende clienti, la validità di concetti, teorie e consigli. Nel campo universitario è stato docente di "computer sciences" tra l'altro alla Northeastern University, alla Harvard Business School, a Cambridge e a Oxford.

Spedizione in abbonamento postale a tariffa intera/Milano